



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1906.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI.

STÜCK I—XXXII
MIT DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1906

BERLIN 1906.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

INHALT.

Seite

Verzeichniss der Mitglieder am 1. Januar 1906 I
Waldeyer: Gehirne südwestafricanischer Völker 3
Koenigsberger: Über die Maxwell'schen Gleichungen 9
E. Baur: Über die infectiöse Chlorose der Malvaceen 11
Schottky: Bemerkung zu meiner Mittheilung: Über den Picard'schen Satz und die Borel-schen Ungleichungen. (Sitzungsberichte 1904, XLII.) 32
von Wilamowitz-Moellendorff: Panionion 38
von Wilamowitz-Moellendorff: Über die ionische Wanderung 59
Jahresbericht über die Sammlung der griechischen Inschriften 80
Jahresbericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften 82
Jahresbericht über die Aristoteles-Commentare 83
Jahresbericht über die Prosopographie der römischen Kaiserzeit (1.—3. Jahrhundert) . 83
Jahresbericht über die Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen . . . 84
Jahresbericht über die Griechischen Münzwerke 84
Jahresbericht über die Acta Borussica 86
Jahresbericht über die Kant-Ausgabe 87
Jahresbericht über die Ausgabe des Ibn Saad 87
Jahresbericht über das Wörterbuch der aegyptischen Sprache 88
Jahresbericht über den Index rei militaris imperii Romani 90
Jahresbericht über die Ausgabe des Codex Theodosianus 91
Jahresbericht über das »Thierreich« 91
Jahresbericht über das »Pflanzenreich« 92
Jahresbericht über die Geschichte des Fixsternhimmels 93
Jahresbericht über die Ausgabe der Werke Wilhelm von Humboldt's 94
Jahresbericht der Deutschen Commission 95
Jahresbericht über die Forschungen zur Geschichte der neuhochdeutschen Schriftsprache . 101
Jahresbericht der Humboldt-Stiftung 102
Jahresbericht der Savigny-Stiftung 103
Jahresbericht der Bopp-Stiftung 104
Jahresbericht der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung . . . 105
Jahresbericht der Kirchenväter-Commission 105
Jahresbericht der Commission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache . 107
Bericht von Prof. Dr. A. Voeltzkow über seine in den Jahren 1903—1905 ausgeführte Forschungsreise im westlichen Indischen Ocean 125
Jahresbericht der Akademischen Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin 130
Übersicht der Personalveränderungen 131
Mertens: Über die Gestalt der Wurzeln einer Classe auflösbarer Gleichungen, deren Grad eine Primzahlpotenz ist 134
E. Frhr. von der Goltz: Unbekannte Fragmente altchristlicher Gemeindeordnungen . . . 141
B. Groenhuysen: Ein Brief Kant's 158
I. Schur: Arithmetische Untersuchungen über endliche Gruppen linearer Substitutionen 164
Frobenius und I. Schur: Über die reellen Darstellungen der endlichen Gruppen . . . 186
Frobenius und I. Schur: Über die Aequivalenz der Gruppen linearer Substitutionen . 209

Inhalt.

Seite

van 't Hoff, P. Farup und J. d'Ans: Untersuchungen über die Bildung der [illegible] Salzablagerungen. XLVI. Anhydrit, Syngenit, [illegible] und Pentasalz [illegible] das Entstehen von Chlorcalcium und Tachhydrit . . . 218
Schulze, F. E.: Beiträge zur Anatomie der Säugetierlungen . . . 225
Th. Wiegand: Fünfter vorläufiger Bericht über die [illegible] Königlichen Museen [illegible] Milet unternommenen Ausgrabungen . . . 240
Landolt: Untersuchungen über die [illegible] Änderungen des Gesamtgewichtes [illegible] sich umsetzender Körper. Zweite Mitteilung . . . 260
Möbius: Können die Tiere Schönheit wahrnehmen [illegible] . . . [illegible]
Adresse zur Silbernen Hochzeit Ihrer Majestäten am 27. Februar 1906 . . . 312
E. Landau: Über das Nichtverschwinden [illegible] R . . . [illegible]
H. Baumhauer: Über die regelmässige Verwachsung [illegible] . . . [illegible]
Voigt: Über Spiegelbildung [illegible] B[illegible] . . . [illegible]
Adresse an Hrn. Franz Boll [illegible] zum [illegible] Doktorjubiläum [illegible] 13. Mai 1909 . . . [illegible]
K. Sethe: Eine [illegible] Expedition [illegible] . . . [illegible]
Fischer und K. Raske: [illegible] . . . [illegible]
v. Eberhard: [illegible] . . . [illegible]
van 't Hoff und J. d'Ans: Untersuchungen [illegible] XLVII. Polyhalit und Krugit bei 83° . . . [illegible]
G. Klemm: Bericht über Untersuchungen [illegible] Gneissen und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen. III . . . 420
W. Bergt: Das Gabbromassiv im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge. II . . . 432
Munk: Über die Functionen des Kleinhirns . . . 443
Pischel: Das altindische Schattenspiel . . . 482
Koser: Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica . . . [illegible]
Helmert: Die Grösse der Erde. Erste Mittheilung . . . 525
F. N. Finck: Zwei Lieder der deutschen Zigeuner . . . 544
Nernst: Antrittsrede . . . 549
Drude: Antrittsrede . . . 552
Akademische Preisaufgabe für 1909 . . . 556
Akademische Preisaufgabe für 1909 . . . 557
Preisaufgabe aus dem von Miloszewski'schen Legat . . . 558
Preis der Charlotten-Stiftung . . . 559
Preis der Graf Loubat-Stiftung . . . 560
Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung . . . 561

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1906.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
Hr. *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.

Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Karl Klein*		1887 April 6.
- *Karl Möbius*		1888 April 30.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	Hr. *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892 März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
- *Theodor Wilhelm Engelmann*		1898 Febr. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
- *Wilhelm Branco*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Zimmer*	1902 Jan. 13.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
	- *Richard Pischel*	1902 Juli 13.
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5.
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5.
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4.
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4.
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16.
	- *Alois Brandl*	1904 April 3.
- *Robert Koch*		1904 Juni 1.
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29.
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29.
- *Adolf Martens*		1904 Aug. 29.
- *Walther Nernst*		1905 Nov. 24.
- *Paul Drude*		1905 Dec. 12.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VIII.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Eduard Zeller* in Stuttgart	1895 Jan. 14
	- *Theodor Nöldeke* in Strassburg	1900 März 5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5.
	- *Theodor von Sickel* in Meran	1900 März 5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5.
	- *Franz Bücheler* in Bonn	1900 März 5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i.W.		1900 März 5.
Lord *Kelvin* in Netherhall, Largs		1900 März 5.
Hr. *Marcelin Berthelot* in Paris		1900 März 5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900 März 5.
- *Eduard Pflüger* in Bonn		1900 März 5.
	Rochus Frhr. *von Liliencron* in Schleswig	1901 Jan. 14.
	Hr. *Léopold Delisle* in Paris	1902 Nov. 16.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale		1904 Mai 29.
Hr. *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand		1904 Oct. 17.
- *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Haigh Hall, Wigan	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in Wien	1888 Juni 29.
- *Friedrich Kohlrausch* in Marburg	1895 Aug. 13.
Se. Majestät *Oskar II.*, König von Schweden	1897 Sept. 14.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Friedrich Althoff* in Berlin	1900 März 5.
- *Richard Schöne* in Berlin	1900 März 5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Konrad Studt* in Berlin	1900 März 17
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N.Y.	1900 Dec. 12.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl		
Hr. *Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895	Juli	18.
- *Henri Becquerel* in Paris	1904	Febr.	18.
- *Friedrich Beilstein* in St. Petersburg	1888	Dec.	6.
- *Ernst Wilhelm Benecke* in Strassburg	1900	Febr.	8.
- *Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov.	3.
- *Oskar Brefeld* in Charlottenburg	1899	Jan.	19.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897	März	11.
- *Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec.	6.
- *Karl Chun* in Leipzig	1900	Jan.	18.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897	Febr.	11.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März	11.
- *Nils Christofer Dunér* in Upsala	1900	Febr.	22.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897	Jan.	21.
- *Rudolf Fittig* in Strassburg	1896	Oct.	29.
- *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900	Febr.	22.
- *Albert Gaudry* in Paris	1900	Febr.	8.
Sir *Archibald Geikie* in London	1889	Febr.	21.
Hr. *Wolcott Gibbs* in Newport, R. I.	1885	Jan.	29.
Sir *David Gill*, Kgl. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890	Juni	5.
Hr. *Paul Gordan* in Erlangen	1900	Febr.	22.
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900	Febr.	8.
- *Gottlieb Haberlandt* in Graz	1899	Juni	8.
- *Julius Hann* in Wien	1889	Febr.	21.
- *Victor Hensen* in Kiel	1898	Febr.	24.
- *Richard Hertwig* in München	1898	April	28.
Sir *William Huggins* in London	1895	Dec.	12.
Hr. *Adolf von Koenen* in Göttingen	1904	Mai	5.
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893	Mai	4.
- *Henry Le Chatelier* in Paris	1905	Dec.	14.
- *Michel Lévy* in Paris	1898	Juli	28.
- *Franz von Leydig* in Rothenburg o. d. T.	1887	Jan.	20.
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900	Febr.	22.
- *Moritz Loewy* in Paris	1895	Dec.	12.
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Leiden	1905	Mai	4.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898	Juli	14.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Éleuthère Mascart* in Paris	1895 Juli 18.
- *Dmitrij Mendelejew* in St. Petersburg	1900 Febr. 8.
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22.
- *Henri Moissan* in Paris	1905 Jan. 12.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Georg von Neumayer* in Neustadt a. d. Haardt	1896 Febr. 27.
- *Simon Newcomb* in Washington	1883 Juni 7.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Ostwald* in Leipzig	1905 Jan. 12.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Ernst Pfitzer* in Heidelberg	1899 Jan 19.
- *Emile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896 Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8.
Sir *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896 Oct. 29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885 Febr. 26.
- *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Friedrich Schmidt* in St. Petersburg	1900 Febr. 8.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strassburg	1899 Juni 8.
Hr. *Johann Wilhelm Spengel* in Giessen	1900 Jan. 18.
- *Eduard Strasburger* in Bonn	1889 Dec. 19.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8.
- *Julius Thomsen* in Kopenhagen	1900 Febr. 8.
- *August Toepler* in Dresden	1879 März 13.
- *Melchior Treub* in Buitenzorg	1900 Febr. 8.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10.
Hr. *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8.
- *Karl von Voit* in München	1898 Febr. 24
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Weber* in Strassburg	1896 Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897 März 11.
- *Julius Wiesner* in Wien	1899 Juni 8.
- *Adolf Wüllner* in Aachen	1889 März 7.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887 Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl		
Hr.	*Wilhelm Ahlwardt* in Greifswald	1888	Febr.	2.
-	*Karl von Amira* in München	1900	Jan.	18.
-	*Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887	März	10.
-	*Theodor Aufrecht* in Bonn	1864	Febr.	11.
-	*Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897	Juli	29.
-	*Otto Benndorf* in Wien	1893	Nov.	30.
-	*Friedrich Blass* in Halle a. S.	1900	Jan.	18.
-	*Eugen Bormann* in Wien	1902	Juli	24.
-	*Ingram Bywater* in Oxford	1887	Nov.	17.
-	*René Cagnat* in Paris	1904	Nov.	3.
-	*Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869	Nov.	4.
-	*Wilhelm Dittenberger* in Halle a. S.	1882	Juni	15.
-	*Louis Duchesne* in Rom	1893	Juli	20.
-	*Benno Erdmann* in Bonn	1903	Jan.	15.
-	*Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan.	29.
-	*Paul Foucart* in Paris	1884	Juli	17.
-	*Ludwig Friedländer* in Strassburg	1900	Jan.	18.
-	*Oskar von Gebhardt* in Leipzig	1903	Juli	9.
-	*Theodor Gomperz* in Wien	1893	Oct.	19.
-	*Francis Llewellyn Griffith* in Ashton under Lyne	1900	Jan.	18.
-	*Gustav Gröber* in Strassburg	1900	Jan.	18.
-	*Ignazio Guidi* in Rom	1904	Dec.	15.
-	*Wilhelm von Hartel* in Wien	1893	Oct.	19.
-	*Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900	Jan.	18.
-	*Albert Hauck* in Leipzig	1900	Jan.	18.
-	*Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896	März	12.
-	*Karl Theodor von Heigel* in München	1904	Nov.	3.
-	*Max Heinze* in Leipzig	1900	Jan.	18.
-	*Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893	Febr.	2.
-	*Léon Heuzey* in Paris	1900	Jan.	18.
-	*Edvard Holm* in Kopenhagen	1904	Nov.	3.
-	*Théophile Homolle* in Paris	1887	Nov.	17.
-	*Vatroslav Jagić* in Wien	1880	Dec.	16.
-	*William James* in Cambridge, Mass.	1900	Jan.	18.
-	*Karl Theodor von Inama-Sternegg* in Innsbruck	1900	Jan.	18.
-	*Ferdinand Justi* in Marburg	1898	Juli	14.
-	*Karl Justi* in Bonn	1893	Nov.	30.
-	*Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov.	17.
-	*Frederic George Kenyon* in London	1900	Jan.	18.
-	*Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec.	16.
-	*Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893	Dec.	14.
-	*Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891	Juni	4.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl	
Hr. *August Leskien* in Leipzig	1900	Jan.	18.
- *Émile Levasseur* in Paris	1900	Jan.	18.
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904	Nov.	3.
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874	Nov.	12.
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904	Juli	21.
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900	Jan.	18.
- *Frederic William Maitland* in Cambridge	1900	Jan.	18.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897	Juli	15.
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905	Juli	6.
- *Adolf Michaelis* in Strassburg	1888	Juni	21.
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905	Febr.	16.
- *Benedictus Niese* in Marburg	1905	Febr.	16.
- *Heinrich Nissen* in Bonn	1900	Jan.	18.
- *Georges Perrot* in Paris	1884	Juli	17.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895	Jan.	10.
- *Victor* Baron *Rosen* in St. Petersburg	1900	Jan.	18.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900	Jan.	18.
- *Emil Schürer* in Göttingen	1893	Juli	20.
- *Émile Senart* in Paris	1900	Jan.	18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900	Jan.	18.
- *Albert Sorel* in Paris	1900	Jan.	18.
- *Henry Sweet* in Oxford	1901	Juni	6.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895	Mai	2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900	Jan.	18.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897	Juli	15.
- *Heinrich Weil* in Paris	1896	März	12.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900	Jan.	18.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891	Juni	4.
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903	Febr.	5.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900	Jan.	18.

BEAMTE DER AKADEMIE.

Bibliothekar und Archivar: Dr. *Köhnke*.

Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Ristenpart*. — Dr. *Harms*. — Dr. *Czeschka* Edler *von Maehrenthal*, Prof. — Dr. *von Fritze*. — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN.

Hr. Dr. *Auwers*, Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW 68.
- - *von Bezold*, Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W 35.
- - *Branco*, Prof., Geh. Bergrath, Maassenstr. 35. W 62.
- - *Brandl*, Professor, Kaiserin Augustastr. 73. W 10.
- - *Brunner*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W 62.
- - *Burdach*, Professor, Grunewald, Humboldtstr. 40, vom 1. April ab Grunewald, Schleinitzstr. 6.
- - *Conze*, Professor, Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Diels*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kleiststr. 21. W 62.
- - *Dilthey*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Burggrafenstr. 4. W 62.
- - *Dressel*, Professor, Charlottenburg, Uhlandstr. 193.
- - *Drude*, Professor, Neue Wilhelmstr. 16. NW 7.
- - *Engelmann*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Neue Wilhelmstr. 15. NW 7.
- - *Engler*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Steglitz, Neuer Botanischer Garten.
- - *Erman*, Professor, Steglitz, Friedrichstr. 10/11.
- - *Fischer*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hessische Strasse 1—4. N 4.
- - *Frobenius*, Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 70.
- - *Harnack*, Professor, Fasanenstr. 33. W 15.
- - *Helmert*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Grunewald, Wangenheimstr. 28.
- - *Hirschfeld*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *van't Hoff*, Professor, Lietzenburgerstr. 54. W 15.
- - *Kekule von Stradonitz*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Landgrafenstr. 19. W 62.
- - *Kirchhoff*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthaeikirchstr. 23. W 10.
- - *Klein*, Prof., Geh. Bergrath, Charlottenburg, Joachimsthalerstr. 39/40.
- - *Koch*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Kurfürstendamm 52. W 15.
- - *Koser*, Geh. Ober-Regierungs-Rath, Charlottenburg, Carmerstr. 9.
- - *Landolt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Albrechtstr. 14. NW 6, vom 1. April ab Kaiser-Allee 222. W 15.
- - *Lenz*, Professor, Augsburgerstr. 52. W 50.
- - *Martens*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Gross-Lichterfelde West, Fontanestr. 22.
- - *Meyer*, Professor, Gross-Lichterfelde West, Mommsenstr. 7/8.
- - *Möbius*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W 10.
- - *Müller-Breslau*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Grunewald, Kurmärkerstr. 8.
- - *Munk*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthaeikirchstr. 4. W 10.
- - *Nernst*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Moltkestr. 1. NW 40.
- - *Pischel*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Halensee, Joachim Friedrichstr. 47.

Hr. Dr. *Planck*, Professor. Grunewald. Wangenheimstr. 21.
- - *Roethe*, Professor. Westend. Ahorn-Allee 30.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Wormserstr. 12. W 62.
- - *Schäfer*, Prof., Grossherzogl. Badischer Geh. Rath. Steglitz. Friedrichstr. 7.
- - *Schmidt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Augsburgerstr. 57 58. W 50.
- - *Schmoller*, Professor. Wormserstr. 13. W 62.
- - *Schottky*, Professor. Steglitz. Fichtestr. 12a.
- - *Schrader*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Kronprinzen-Ufer 20. NW 40.
- - *Schulze*, *Franz Eilhard*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Invalidenstr. 43. N 4.
- - *Schulze*, *Wilhelm*, Professor. Kaiserin Augustastr. 72. W 10.
- - *Schwarz*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Grunewald. Humboldtstr. 33.
- - *Schwendener*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Matthaeikirchstr. 28. W 10.
- - *Struve*, Professor. Enckeplatz 3a. SW 48.
- - *Stumpf*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Augsburgerstr. 61. W 50.
- - *Tobler*, Professor. Kurfürstendamm 25. W 15.
- - *Vahlen*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Genthinerstr. 22. W 35.
- - *Vogel*, Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath. Potsdam. Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Medicinal-Rath. Lutherstr. 35. W 62.
- - *Warburg*, Professor. Charlottenburg. Marchstr. 25b.
- - von *Wilamowitz-Moellendorff*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Westend. Eichen-Allee 12.
- - *Zimmer*, Prof., Geh. Regierungs-Rath. Halensee. Auguste Victoriastr. 3.
- - *Zimmermann*, Wirkl. Geh. Ober-Baurath. Calvinstr. 4. NW 52.

Hr. Dr. *Czeschka* Edler von *Maehrenthal*, Professor. Wissenschaftlicher Beamter. Stendalerstr. 3. NW 5.
- - *Dessau*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter. Charlottenburg. Carmerstr. 8.
- - von *Fritze*, Wissenschaftlicher Beamter. Courbièrestr. 14. W 62.
- - *Harms*, Wissenschaftlicher Beamter. Schöneberg. Erdmannstr. 3.
- - Freiherr *Hiller von Gaertringen*, Professor. Wissenschaftlicher Beamter. Courbièrestr. 15. W 62.
- - *Köhnke*, Bibliothekar und Archivar. Charlottenburg. Goethestr. 6.
- - *Ristenpart*, Wissenschaftlicher Beamter. Oldenburgerstr. 42. NW 21.
- - *Schmidt*, *Karl*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter. Bayreutherstr. 20. W 62.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

11. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Waldeyer las über Gehirne südwestafricanischer Völker.

Es wird der Bau von 9 Herero- und 2 Ovambo-Gehirnen besprochen. Es scheinen zwei Typen vorhanden zu sein, eine langgestreckte Form mit reichlicher Windungsgliederung und eine kürzere breitere mit einfacherem Windungscharakter.

2. Hr. Koenigsberger, corr. Mitglied, übersendet eine Mittheilung: Über die Maxwell'schen Gleichungen.

Die Maxwell'schen Gleichungen werden auf ein Minimumprincip, und zwar auf das in der Mittheilung vom 19. Oct. 1905 auf beliebig viele unabhängige Variablen ausgedehnte Hamilton'sche Princip für ein mehrfaches Integral zurückgeführt.

3. Hr. Schwendener legte eine Mittheilung des Privatdocenten Dr. Erwin Baur in Berlin »über die infectiöse Chlorose der Malvaceen« vor.

Der Verfasser berichtet über Versuche, die zeigen, dass diejenigen Arten der »Panachirung«, die von dem einen Pfropfling auf den andern übergehen, höchst eigenartige Infectionskrankheiten sind, die mit der Mosaikkrankheit des Tabaks zusammen in eine Gruppe gehören. Das Virus dieser Krankheiten kann kein parasitärer Mikroorganismus sein, sondern ist sehr wahrscheinlich ein Stoffwechselproduct der kranken Pflanze selbst.

4. Hr. Frobenius legt eine Arbeit des Hrn. Dr. I. Schur vor: Arithmetische Untersuchungen über endliche Gruppen linearer Substitutionen. (Ersch. später.)

Der Verfasser untersucht die Darstellungen einer endlichen Gruppe der Ordnung h, die in einem gegebenen algebraischen Körper irreducibel sind, und leitet Bedingungen ab, unter denen eine im Gebiete aller Zahlen irreducible Darstellung einer solchen äquivalent ist, deren Coefficienten durch die $h$ten Einheitswurzeln rational ausgedrückt werden können.

5. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Heft 23 und 24 des akademischen Unternehmens »Das Pflanzenreich«, enthaltend die *Halorrhagaceae* von A. K. Schindler und die *Aponogetonaceae* von K. Krause mit Unterstützung von A. Engler. Leipzig 1905. 06; W. Dilthey, Das

Erlebnis und die Dichtung. Leipzig 1906: Bucolici Graeci ed. U. v. Wilamowitz-Moellendorff. Oxford 1905: U. von Wilamowitz-Moellendorff. Die Textgeschichte der griechischen Bukoliker. Berlin 1906 (Philologische Untersuchungen. Heft 18.): Ibn Saad. Bd. 1. Th. 1: Biographie Muhammeds bis zur Flucht, hrsg. von Eugen Mittwoch: Bd. 5. Biographien der Nachfolger in Medina, sowie der Gefährten und der Nachfolger in dem übrigen Arabien, hrsg. von K. V. Zetterstéen. Leiden 1905: Monumenta Germaniae historica. Scriptores. Tom. 32. Pars 1 Hannoverae 1905: E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen. Bd. 2. Jena 1906.

6. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie bewilligt durch die physikalisch-mathematische Classe Hrn. Prof. Dr. Karl Holtermann in Berlin zur Drucklegung seines Werkes »Anatomisch-physiologische Untersuchungen in den Tropen« 1250 Mark: durch die philosophisch-historische Classe Hrn. Sachau zur Herausgabe seines Werkes »Syrische Rechtsbücher« 2600 Mark und Hrn. Privatdocenten Dr. Bertold Maurenbrecher in Halle a. S. zu einer Reise nach Rom behufs Vergleichung von 4 Handschriften des Sallust 600 Mark.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlass vom 12. December 1905 die Wahl des ordentlichen Professors der Physik an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Dr. Paul Drude zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie zu bestätigen geruht.

Die Akademie hat in der Sitzung am 14. December 1905 Hrn. Henri Le Chatelier, Professor am Collège de France in Paris zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Friedrich von Spiegel in München am 15. December 1905 durch den Tod verloren.

Gehirne südwestafricanischer Völker.

Von W. Waldeyer.

Auf mein Ansuchen haben durch Vermittelung der Medicinalabtheilung des Königlichen Kriegsministeriums die HH. Stabsärzte und Oberärzte Dr. Dr. Dansauer, Jungels, Mayer und Zöllner, welche in den Lazarethen unserer Colonie Deutsch-Südwestafrica thätig sind, dem Berliner Anatomischen Institute eine Anzahl Gehirne von Eingeborenen, die in den Lazarethen gestorben waren, zugesendet; einige solcher Gehirne erhielt das Institut auch durch Hrn. Dr. Leonhard Schultze, Privatdocenten an der Universität Jena, welcher soeben eine anderthalbjährige Forschungsreise in jenem Gebiete glücklich beendet hat. Hr. Dr. Schultze ist hierbei durch Mittel der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen unterstützt worden.

Ich berichte heute über elf solcher Gehirne. Unter diesen sind neun Gehirne von Herero-Leuten; zwei stammen von Ovambo-Männern; zwei der Herero-Gehirne gehören Weibern an. Sämmtliche Gehirne waren kunstgerecht aus den betreffenden Schädeln entfernt und meist ausgezeichnet (in Formol und Alkohol) conservirt worden; sie kamen grösstentheils in tadelloser Verfassung hier an. Ich verfehle nicht, den Herren, welche sich der Mühe unterzogen haben, dem Anatomischen Institute diese werthvollen Specimina zu verschaffen, im Namen dieses Institutes zu danken!

Ich schicke der kurzen und vorläufigen Beschreibung, welche ich für diesmal gebe, Einiges über die körperlichen Eigenschaften der Herero und Hottentotten unserer Colonie nach Mittheilungen L. Schultze's voraus:

»Der männliche Herero ist von hoher, schlanker Gestalt, im Mittel an 180^{cm} messend. Bei jüngeren Männern von 20 bis 40 Jahren ist das Unterhautfettpolster noch nicht so stark entwickelt, als dass man die gleichmässige und mittelkräftige Musculatur nicht gut erkennen könnte. Zuweilen sieht man auch wahrhaft athletische Gestalten, mit plastischer Ausbildung der Muskeln selbst bis in ihre einzelnen Portionen hinein, so dass bei harter Arbeit der Betreffenden der elastische Körper mit dem lebendigen offen zu Tage tretenden Muskelspiel die Aufmerksamkeit jedes Beobachters erregt.

Der Kopf der Herero erscheint (wie häufig in unserer eigenen Rasse bei langen bartlosen Menschen) vielfach etwas klein im Verhältniss zum übrigen Körper.

Im Gegensatze zu den Hottentotten erscheint der Skelet- und Muskelbau der Herero mehr für kürzer dauernde starke Anstrengungen, als für Ausdauer und passive Widerstandskraft eingerichtet, nach welchen Richtungen die Hottentotten Ausgezeichnetes leisten. Der zierlichere Bau der Letzteren gegenüber den Herero fällt sofort in die Augen: die Körpergrösse des Mannes — hier, ebenso wie bei den Herero, grösser als die Frau — beträgt nur 170^{cm} im Mittel; Männer von über 175^{cm} sind bei den Hottentotten selten; Hände und Füsse auch der erwachsenen Hottentotten-Männer erscheinen geradezu knabenhaft im Vergleich mit denselben Gliedern der männlichen Herero.

Die Musculatur der Hottentotten zeigt auch bei hart arbeitenden Personen keine athletische Ausbildung.

Ein psychologischer Vergleich der Herero mit den Hottentotten führt wohl jeden Beobachter, der mit beiden Stämmen in Berührung kam, zu der Überzeugung, dass die Hottentotten intellectuell höher stehen als die Herero. Charakteristisch für Erstere ist die Schnelligkeit ihrer Ideenassociation. Der Herero, der, in fester Hütte, als Hirt sein Leben zubringt, ist nicht entfernt in die Schule der Beobachtungsschärfe und Listübung gegangen, die den Hottentotten als halb nomadisirenden Jäger und Wanderhirten erzogen hat.

Im Einzelnen kommt die Verschiedenheit im Denkprocesse des Herero und des Hottentotten deutlich in der Sprache zum Ausdrucke: die Art der Begriffsbildung und des Urtheilsausdruckes ist bei beiden Rassen ebenso verschieden, wie die phonetische Grundlage ihres Sprachschatzes.«

Ich werde die Gehirne mit den römischen Ziffern I bis XI bezeichnen und, soweit ich die bezüglichen Nachrichten erhalten habe, Angaben über die einstmaligen Träger der Gehirne hinzufügen:

I. Herero Hucko ♂ von 168^{cm} Körperlänge, mager. Hirngewicht frisch = 1265^{g}.

II. Herero Katjirito ♂, aus der Capitänschaft Gamana, etwa 18 Jahre alt, mager, 170^{cm} Körperlänge. Hirngewicht frisch = 1450^{g}.

III. Herero Karirombo ♂, etwa 12 jährig, aus der Capitänschaft Samuel Maherero's, sehr mager, 150^{cm} Körperlänge. Hirngewicht 1354^{g}.

Auf dem dem Gehirne beigelegten Zettel ist das Gewicht des frischen Gehirns zu 1554^{g} angegeben; ich möchte aber glauben, dass es sich um einen Lapsus handelt, denn beim Nachwägen hier ergaben sich 1125^{g}, so dass das Gehirn beim Härten 429^{g} Verlust erlitten haben müsste, was entschieden zu gross ist, zumal wir bei den anderen Gehirnen fast stets den gleichen Härtungsverlust von 180 bis 200^{g} feststellen konnten. Oder aber das frische Gehirn müsste sehr ödematös gewesen sein.

IV. Herero August ♂. 22 Jahre. Körperlänge 186 cm. Körpergewicht 60 kg. Gewicht des frischen Gehirns 1390 g.

V. Herero Simon ♂, etwa 17 Jahre, Körperlänge 178 cm: Capitänschaft Samuel Maherero's. Gewicht des frischen Gehirns 1470 g.

VI. Ovambo Sanzi ♂, gestorben im Etappenlazareth Omaruru 15. Mai 1905. Körperlänge 175 cm. Gewicht des frischen Gehirns 1335 g.

VII. Ovambo, 20 Jahre. Körpergewicht 47 kg 5, Hirngewicht frisch = 1132 g. Todesursache: Pleuropneumonie.

VIII. Herero Kanakanyara ♂, etwa 20—25 Jahre alt: Körperlänge 175 cm, sehr schlanke Figur: Körpergewicht 60—62 kg. Hirngewicht frisch 1210 g.

IX. Herero ♂, 24 Jahre alt, Körpergewicht 57 kg 5; Hirngewicht frisch 1250 g. Todesursache: Pneumonie und Peritonitis.

X. Herero ♀, 26 Jahre alt. Körpergewicht 57 kg; Hirngewicht frisch 1164 g. Cystitis purulenta.

XI. Herero ♀. 30 Jahre alt. Körpergewicht 40 kg: Hirngewicht frisch 1162 g. Oophoritis und Endometritis.

Es sei hierzu bemerkt, dass die Altersangaben meist auf Schätzung beruhen.

Die im Vorstehenden aufgeführten Gehirne zeigen zwei verschiedene Typen: Nr. I. II, III. V und VII—XI einschliesslich sind lang, schmal und hoch, die übrigen beiden (IV und VI) kürzer, breiter und flacher. Fassen wir der kürzeren Beschreibung wegen die längeren, schmaleren und höheren Gehirne als Gruppe A, die anderen (IV und VI) als Gruppe B zusammen, so können wir ferner feststellen, dass die Gehirne A meist sehr windungsreich sind, mit vorwiegend schmalen Windungen, also zu den stenogyrencephalen Formen gehören.[1] Die Gehirne B zeigen weniger Unterwindungen, und die vorhandenen Windungen sind breiter. Bemerkenswerth ist ausserdem für Gruppe A die starke Entwicklung eines Olfactoriuswulstes, eines Uncusdeckels und die Grösse des Kleinhirns.

Der grössere Windungsreichthum prägt sich unter Anderem recht eindringlich an den Gyri orbitales aus. Während man an den Gehirnen B die H-Grundform der Windungen erkennt, ist dies wegen der vielen Unterwindungen bei A öfters nicht wohl möglich. Dieselben Verhältnisse zeigen sich auch deutlich an den Stirnwindungen, insbesondere an der dritten, bei der die Pars triangularis in mehreren Fällen stark gegliedert ist. Dagegen zeigt sich dann die Pars opercularis mehrfach nur klein. Auch die Scheitelwindungen sind mit Nebenfurchen gut

[1] Vergl. Retzius, G., Das Gehirn des Physikers und Pädagogen Per Adam Siljeström. Biolog. Untersuchungen, Neue Folge. Bd. X. S. 14. 1902. Fol.

versehen. Die Temporalfurchen und -windungen finden sich meist deutlich ausgeprägt und abgegrenzt.

Besondere Aufmerksamkeit wurde für diese erste Mittheilung gewidmet der Fissura Sylvii, den Centralfurchen und -windungen, der Fissura parietooccipitalis und der Fissura calcarina in der Gruppe A, und es soll aus den Befunden hier noch Einiges mitgetheilt werden.

Fissura Sylvii. Die neuere anatomische Nomenclatur unterscheidet an dem hierhergehörigen Furchenapparate: die Fossa cerebri lateralis (Sylvii) und die Fissura cerebri lateralis (Sylvii), an letzterer wieder einen Ramus posterior und zwei Rami anteriores, diese als ascendens und horizontalis unterschieden. Ich halte dafür, dass man mit EBERSTALLER[1] am Ramus posterior noch einen Ramus ascendens und descendens unterscheiden und benennen sollte, allerdings dann nicht als »Ramus«, sondern als »Pars« ascendens und descendens. Namentlich ist ein aufsteigender Theil fast stets vorhanden und oft von beträchtlicher Länge sowie durch Übergänge in andere Furchen ausgezeichnet. Auch G. RETZIUS in seinem meisterlichen Werke über das Menschenhirn[2] berücksichtigt diese beiden Ausladungen des Ramus posterior. Bei sämtlichen Herero-Hirnen der Gruppe A sind alle diese Stücke wohl ausgebildet, insbesondere auch die beiden in die dritte Stirnwindung einschneidenden vorderen Äste, so dass die bekannte Dreitheilung dieser Windung fast stets sehr klar hervortritt. Die Angabe EBERSTALLER's, dass die linke Fissura Sylvii länger sei als die rechte, fand ich, ebenso wie D. J. CUNNINGHAM[3], bestätigt.

Unter »Centralfurchen« verstehe ich den Sulcus centralis (Rolandi), den Sulcus praecentralis und den Sulcus retrocentralis, den ich nicht missen möchte, obwohl ihn die B. N. A. nicht aufgenommen haben: ich fand ihn wenigstens bei den Herero-Gehirnen meist gut verfolgbar. Alle diese Furchen mit den dazugehörigen Windungen, den Gyri centralis anterior und posterior, erwiesen sich als deutlich und gut ausgeprägt. Auffallend häufig schnitt der Sulcus centralis über die Mantelkante hinaus ein, und ebenso einer der Sulci prae- oder retrocentralis in die Sylvische Furche. Bei den Gehirnen der Gruppe B war dies kaum der Fall.

Die Parietooccipitalfurche fand sich stets wohl entwickelt: sie trat in allen Gehirnen der Gruppe A 5^{cm}—$5^{cm}5$ (Fadenmaass) über

[1] EBERSTALLER, O., Das Stirnhirn. Ein Beitrag zur Anatomie des Grosshirns. S. 11. Wien und Leipzig 1890. Urban und Schwarzenberg. 8.

[2] RETZIUS, G., Das Menschenhirn. Studien in der makroskopischen Morphologie. 96 Tafeln. Stockholm 1896. Fol.

[3] CUNNINGHAM, D. J., The Sylvian fissure and the Island of Reil in the primate Brain. Journ. of Anat. and Physiology Vol. XXV, p. 286. 1891.

dem Occipitalpole auf die äussere Mantelfläche über und verlief fast stets 1.5—2 cm auf dieser lateralwärts: mehrfach ging sie in die Interparietalfurche über.

Die Spornfurche, Fissura calcarina, zeigte sich in etwa der Hälfte der Fälle insofern weniger ausgebildet, als ihr entweder auf einer oder auf beiden Seiten der hintere T-Schenkel fehlte.

Olfactorius-Wulst (Torus olfactorius). Ich möchte mit diesem Namen eine Bildung bezeichnen, die sich an allen Menschenhirnen findet, jedoch in verschieden deutlicher Ausprägung. Es handelt sich um die beiden orbitalen Windungen jederseits, welche der Fissura longitudinalis cerebri zunächst benachbart sind, d. h. um den Gyrus rectus und den vorn mit ihm bogenförmig zusammenfliessenden nächstanliegenden orbitalen Gyrus, der zur zweiten (mittleren) Frontalwindung gerechnet wird. Dieser Theil der orbitalen zweiten Stirnwindung verläuft meist auch ziemlich gerade, parallel dem Gyrus rectus, und zeigt gewöhnlich nur eine geringe Gliederung. Vorn geht er durch eine kurze quere Bogenwindung in den Gyrus rectus über, von dem er sonst durch den Sulcus olfactorius getrennt ist. Öfter verschmälert er sich nach vorn ähnlich wie der Gyrus rectus: es kommt aber auch vor, dass er vorn breiter ist als hinten (vergl. die Abbildungen auf den Tafeln 58, 60 und 61 bei Retzius, a. a. O.). Diese beiden Windungszüge nun, d. h. der Gyrus rectus und der anstossende Zug der zweiten orbitalen Stirnwindung, springen häufig — man sieht das allerdings nur an sorgfältig gehärteten und behandelten Gehirnen — zusammen wie ein mehr oder minder starker Wulst vor. Ich wähle für diesen Wulst, um für weitere Beschreibungen eine bequeme Kürzung zu haben, einen besonderen Namen, und zwar wegen der topographischen Beziehung zum Tractus olfactorius, den des »Torus olfactorius«, Olfactoriuswulst. Dieser Wulst ist nun bei den Hererogehirnen der Gruppe A vorzüglich deutlich ausgeprägt und entspricht genau einer Configuration des Schädelinnern. Weniger deutlich tritt er bei der Gruppe B hervor: doch sind die Gehirne dieser Gruppe auch weniger gut erhalten. In einem Falle (Gehirn V) war die quere Bogenwindung etwas erhaben ausgebildet, so dass sie krausenartig den Gyrus rectus vorn zu decken schien. Die vordere Verschmälerung des Gyrus rectus war in allen Fällen sehr ausgeprägt, noch mehr als in der Figur 3 Tafel 61 bei Retzius (a. a. O.). Bekannt ist die erhebliche vordere Verschmälerung des Gyrus rectus bei den Anthropoiden und den übrigen Affen.

Will man mir noch — eben aus Rücksicht bequemerer Darstellung — einen andern neuen Namen verstatten, so möchte ich als »Hakendeckel« oder Uncusdeckel (Operculum unci) diejenige Bil-

dung bezeichnen, bei der die Windungen des Temporalpoles sich so weit über die Hakenwindung, den Uncus, medianwärts hinübergeschoben zeigen, dass letzterer fast völlig verdeckt wird. Auch das ist ähnlich so bei den Affengehirnen (vergl. die Bemerkung von Retzius a. a. O. Text, S. 97); doch ist hier nur von den bereits durch Meynert hervorgehobenen topographischen Beziehungen zwischen der unteren Fläche des Stirnhirns und dem Temporalpole die Rede. Es kommt aber auch zu einem Verstecktwerden des Uncus bei dieser Verschiebung des genannten Poles. Es fiel nun auf, dass dies Verhalten sich fast bei allen Gehirnen der Gruppe A zeigte. In diese Kategorie von Bildungen, die an niedere Zustände erinnern mögen, gehört endlich auch die geringe Deckung des Kleinhirns durch die Occipitallappen, die bei den Hirnen der Herero mehrfach angetroffen wurde: auch erschien mir das Cerebellum fast bei allen recht gross.

Das Hirngewicht anlangend, so ist, wie aus den mitgetheilten Zahlen hervorgeht, dasselbe nicht beträchtlich. Nehmen wir die ersten fünf der aufgezählten Hirne, welche fast alle der Gruppe A angehören, dann kommen wir, selbst unter Reduction des Gewichts von III, auf ein gutes Durchschnittsgewicht von 1386g. Die neuen, auf einem reichen Material basirenden Wägungen Marchand's[1] ergeben ein mittleres Hirngewicht erwachsener ♂ Deutscher (Hessen) von 1400g; Ziehen[2] berechnet aus den vorhandenen Daten ein mittleres Hirngewicht für Europäer überhaupt von 1353g für Männer und von 1226g für Weiber. Nehmen wir aber die Gewichte der übrigen ♂ Gehirne hinzu, so gelangen wir nur zu 1317g. Übrigens ist auf diese Ziffern, um Durchschnittswerthe zu ermitteln, kein besonderer Nachdruck zu legen, da die Zahl der gewogenen Gehirne viel zu gering ist.

Als die Untersuchung der im vorstehenden behandelten Gehirne bereits abgeschlossen war, erhielt ich noch weitere von denselben Völkerstämmen: ich werde die genauere Beschreibung nebst Abbildungen in den Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie geben, sobald mir das gesammte, für jetzt erreichbare Material zur Verfügung steht.

[1] Marchand, F., Über das Hirngewicht des Menschen. Abhandl. der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. XXVII. 1902.

[2] Ziehen, Th., In: Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgegeben von K. v. Bardeleben, Bd. IV, Nervensystem. Jena, Fischer, 1899.

Über die MAXWELL'schen Gleichungen.

Von LEO KOENIGSBERGER.

Veranlasst durch eine an mich ergangene Anfrage, welche die Anwendbarkeit der Resultate meiner in den Berichten der Berliner Akademie vom 19. October 1905 veröffentlichten Arbeit »Über die Differentialgleichungen der mathematischen Physik« zum Gegenstand hatte, erlaube ich mir im Folgenden eine kurze Mittheilung vorzulegen, welche die MAXWELL'schen Gleichungen auf ein Minimumprincip, und zwar auf das von mir an der angeführten Stelle auf beliebig viele unabhängige Variable ausgedehnte HAMILTON'sche Princip für ein mehrfaches Integral zurückführen und somit der in diesem Sinne erweiterten Mechanik einordnen soll.

Die zur Existenz eines kinetischen Potentials H erster Ordnung von μ abhängigen Variabeln $p_1, p_2, \ldots p_\mu$ und ρ unabhängigen Variabeln $t_1, t_2, \ldots t_\rho$ nothwendigen und hinreichenden Bedingungen für μ partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung in eben diesen Grössen

$$X_1 = 0 \quad X_2 = 0 \ldots X_\mu = 0$$

erfordern bekanntlich zunächst, dass diese Gleichungen in den zweiten partiellen Differentialquotienten linear sind, und dass ferner für $\varkappa, \lambda = 1, 2 \ldots \mu$ die beiden Gleichungen

$$\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(\varepsilon)}} - \frac{d}{dt_1}\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(1\varepsilon)}} - \ldots - 2\frac{d}{dt_\varepsilon}\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(\varepsilon\varepsilon)}} - \ldots - \frac{d}{dt_\rho}\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(\varepsilon\rho)}} = -\frac{\partial X_\lambda}{\partial p_\varkappa^{(\varepsilon)}} \quad (\varepsilon = 1, 2, \ldots \rho).$$

und

$$\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda} - \sum_1^\rho{}_\alpha \frac{d}{dt_\alpha}\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(\alpha)}} + \sum_1^\rho{}_{\alpha,\beta} \frac{d^2}{dt_\alpha dt_\beta}\frac{\partial X_\varkappa}{\partial p_\lambda^{(\alpha\beta)}} = \frac{\partial X_\lambda}{\partial p_\varkappa},$$

worin

$$\frac{\partial p_\varkappa}{\partial t_\lambda} = p_\varkappa^{(\lambda)}, \quad \frac{\partial^2 p_\varkappa}{dt_\lambda dt_{\lambda_1}} = p_\varkappa^{(\lambda\lambda_1)}$$

ist, identisch befriedigt werden.

Die Bedingungen nehmen eine sehr einfache Gestalt an, wenn die vorgelegten Gleichungen lineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung mit constanten Coefficienten darstellen, welche die ab-

hängigen Variabeln nicht explicite enthalten, da in diesem Falle die obigen Beziehungen in die identisch zu befriedigende Gleichung

$$\frac{\partial X_\rho}{\partial p_\sigma} = -\frac{\partial X_\sigma}{\partial p_\rho} \qquad (\rho, \sigma = 1, 2, \ldots)$$

übergehen, mit Hülfe deren sich unmittelbar der nachfolgende Satz ergiebt:

Das kinetische Potential erster Ordnung der sechs abhängigen Variabeln X, Y, Z, L, M, N und der vier unabhängigen Variabeln t, x, y, z, welche die Zeit und den Ort darstellen,

$$\begin{aligned} H = A\mu\varepsilon & \left\{ \left(X \frac{\partial L}{\partial t} - L \frac{\partial X}{\partial t} \right) + \left(Y \frac{\partial M}{\partial t} - M \frac{\partial Y}{\partial t} \right) + \left(Z \frac{\partial N}{\partial t} - N \frac{\partial Z}{\partial t} \right) \right\} \\ + \mu & \left\{ \left(M \frac{\partial L}{\partial z} - N \frac{\partial L}{\partial y} \right) + \left(N \frac{\partial M}{\partial x} - L \frac{\partial M}{\partial z} \right) + \left(L \frac{\partial N}{\partial y} - M \frac{\partial N}{\partial x} \right) \right\} \\ + \varepsilon & \left\{ \left(Y \frac{\partial X}{\partial z} - Z \frac{\partial X}{\partial y} \right) + \left(Z \frac{\partial Y}{\partial x} - X \frac{\partial Y}{\partial z} \right) + \left(X \frac{\partial Z}{\partial y} - Y \frac{\partial Z}{\partial x} \right) \right\} \end{aligned}$$

liefert für das erweiterte HAMILTON'sche Princip

$$\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int H\, dt\, dx\, dy\, dz = 0$$

als Hauptgleichungen der Variation die 6 Differentialgleichungen

$$\begin{aligned} A\mu \frac{\partial L}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} & \qquad A\varepsilon \frac{\partial X}{\partial t} &= \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z} \\ A\mu \frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z} & \qquad A\varepsilon \frac{\partial Y}{\partial t} &= \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x} \\ A\mu \frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} & \qquad A\varepsilon \frac{\partial Z}{\partial t} &= \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y}, \end{aligned}$$

welche bei bestimmter Bedeutung der Constanten die bekannten MAXWELL'schen Gleichungen darstellen, die für beliebige Änderungen der elektrischen und magnetischen Kräfte in Isolatoren gelten, die Constanz der Dielektricitäts- und Magnetisirungsconstanten vorausgesetzt.

Über die infektiöse Chlorose der Malvaceen.

Von Erwin Baur
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Schwendener.)

Bereits in meiner ersten kurzen Veröffentlichung über das vorliegende Thema[1] habe ich darauf hingewiesen, daß alles das, was man unter den Bezeichnungen Panaschierung, Variegatio, Albicatio usw. zusammenfaßt, keineswegs homologe Erscheinungen sind.

Zunächst einmal gibt es von einer großen Anzahl Pflanzen aus den verschiedensten Familien Varietäten, die dadurch von ihren Stammarten abweichen, daß ihre Blätter stellenweise frei von Chlorophyll und deshalb, je nach der Verteilung der chlorophyllfreien Partien weißgefleckt, -gestreift oder -berandet sind. Derartige buntblätterige Varietäten sind in verschieden hohem Grade samenbeständig; dagegen geht bei Pfropfungen diese Panaschierung nicht von einem Pfropfling auf den andern über.

Völlig verschieden von dieser samenbeständigen *Albicatio* im engern Sinne ist diejenige Art von Buntblätterigkeit, die ich als *Chlorosis infectiosa* bezeichnet habe. Diese Buntblätterigkeit ist nicht samenbeständig, geht dagegen vom Pfropfreis auf die Unterlage, und umgekehrt, über. In diesem zweiten Falle ist die Buntblätterigkeit keine der betreffenden Pflanze inhärente Eigenschaft; derartig bunte Pflanzen sind keine Abarten ihrer grünen Stammpflanze, sondern nur kranke **Individuen** der betreffenden grünen Arten. Die Buntblätterigkeit ist hier ein krankhafter Zustand, in den jedes Individuum jederzeit gebracht werden kann, und andererseits kann aber auch jederzeit dieser krankhafte Zustand, wie ich im folgenden zeigen werde, durch geeignete Behandlung behoben werden.

Weil man bisher diese ganz heterogenen Arten von Panaschierung nicht auseinanderhielt, glaubte man, in den Fällen, wo eine Panaschierung von einem Pfropfling auf den andern überging, ein Beispiel

[1] Erwin Baur, Zur Ätiologie der infektiösen Panaschierung. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1904. S. 453.

von vegetativer Bastardbildung vor sich zu haben. In Wirklichkeit handelt es sich jedoch bei der durch Pfropfung übertragbaren Panaschierung, wie ich im folgenden darlegen werde, um eine höchst eigenartige Infektionskrankheit, die, wie schon 1898 Beijerinck[1] vermutet hatte, mit der Mosaikkrankheit des Tabaks in ein und dieselbe Klasse von Infektionskrankheiten gehört.

Die Tatsache, daß manche Panaschierungen beim Pfropfen von dem einen Pfropfling auf den andern übergehen, ist schon seit langem bekannt. In der gärtnerischen Literatur finden sich seit Ende des 17. Jahrhunderts bis in die neueste Zeit sehr zahlreiche Angaben über Panaschierungsübertragungen bei *Jasminum*, *Fraxinus*, *Castanea* u. a. Zusammenstellungen der älteren Literatur über diesen Gegenstand haben Gärtner[2], Göppert[3] und Lindemuth[4] gegeben.

In neuerer Zeit sind einwandsfreie Untersuchungen und Beobachtungen, abgesehen vielleicht von *Jasminum*, an keiner von diesen Pflanzen gemacht worden. Nur die Panaschierungsübertragungen innerhalb der Familie der Malvaceen sind bis in die neueste Zeit von verschiedenen Autoren eingehend untersucht worden.

Diese infektiöse Chlorose der Malvaceen hat eine eigentümliche Geschichte. Im Jahre 1868 tauchte in der Gärtnerei von Veitch & Sohn in England unter einer Kollektion von aus Westindien bezogenen *Abutilon*-Pflanzen ein Exemplar von *A. striatum* Dicks. auf, das anstatt der normalen grünen sehr schön gelb und grün marmorierte Blätter hatte. Die Pflanze wurde eifrig vegetativ vermehrt und als Neuheit unter dem Namen *A. Thompsoni* in den Handel gebracht. Exemplare davon gelangten auch nach Frankreich, und hier machte im Jahre 1869 Lemoine in Nancy die erste Beobachtung über die Übertragbarkeit dieser Buntblätterigkeit auf andere *Abutilon*-Pflanzen. Lemoine[5] berichtet darüber folgendes: En raison de sa rareté j'ai voulu le multiplier en greffant sur l'*A. megapotamicum* A. St. Hil. ou *vexillarium* E. Morr. et sur une variété de *venosum*: or à l'automne les deux sujets de ces deux espèces bien déterminées ont poussé à des distances variant de 2 à 15 cent. au dessous du point d'application de la greffe plusieurs pousses com-

[1] M. W. Beijerinck, Über ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. Verh. d. kon. Akad. van Wetensch. Deel 6, Nr. 5, 1898.

[2] Gärtner, Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche. Stuttgart 1849.

[3] Göppert, Über innere Vorgänge beim Veredeln der Bäume und Sträucher. Cassel 1874.

[4] Lindemuth, Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landw. Jahrbücher 1878, Heft 6.

[5] Lemoine, Journal de la société impériale et centrale d'horticulture de France. 2. sér., tome 3, 1869, S. 47.

plètement panachées. Ähnliche Beobachtungen sind bald danach auch in England und in Belgien gemacht worden.

Systematische Untersuchungen sind dann zuerst noch im Jahre 1869 von Morren[1] und weiterhin besonders von Lindemuth[2] angestellt worden. Auf Grund dieser Arbeiten, vor allem derjenigen Lindemuths wissen wir heute über den Verlauf dieser Erscheinung, kurz gefaßt, etwa folgendes.

Wenn man mit einer grünblätterigen Malvacee einen Zweig einer bunten Pflanze derselben, oder einer verwandten Spezies hat verwachsen lassen, sei es durch Pfropfung, oder irgendeine andere Transplantationsmethode, dann wird nach kurzer Zeit die jetzt mit dem bunten Sproß im Säfteaustausch stehende, bis dahin grünblätterige Pflanze in der Weise affiziert, daß alle Blätter, die sie weiterhin neu bildet, ebenfalls bunt, gelbfleckig werden. Die alten Blätter dagegen, die zur Zeit der Transplantation schon ausgebildet waren, bleiben unverändert, werden nicht noch nachträglich etwa auch gelbfleckig. Ebenso wie hier vom Pfropfreis auf die Unterlage, geht diese infektiöse Chlorose auch von einer bunten Unterlage auf ein ursprünglich grünblätteriges Edelreis über. In blattlosem Zustande transplantierte Reiser infizieren erst, wenn sie nachträglich bunte Blätter gebildet haben (Lindemuth). Ebenso wie Reiser infizieren auch einzeln transplantierte Blätter (Morren).

Für diese Buntblätterigkeit sind die verschiedenen Malvaceen sehr verschieden empfänglich. Hierüber hat besonders Lindemuth[3] viel experimentiert. Manche Arten, z. B. *Lavatera arborea* L., sind ganz unempfänglich, werden nie bunt. Von manchen anderen Arten erweisen sich einzelne Exemplare als empfänglich, andere bleiben grünblätterig, wenn sie auch noch so lange in Pfropfsymbiose mit bunten Pflanzen gehalten werden. Hierher gehört z. B. *Kitaibelia vitifolia* Willd. Bei einer dritten Gruppe von Arten endlich erweisen sich alle Individuen als gleich empfänglich. Dies gilt z. B. für *Abutilon striatum* Dicks., *A. Sellowianum* Reg., *A. indicum* (L.) Don. u. a.

Die Weise, in der die infektiöse Chlorose sich äußert, ist bei den einzelnen Arten ebenfalls sehr verschieden. Bei *A. arboreum* z. B.

[1] Morren, Contagion de la panachure. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 2. sér., tom. 28, 1869, S. 434.

[2] Lindemuth, Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaftl. Jahrbücher 1878, sowie zahlreiche kleine Aufsätze in Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, Juli 1870; Bot. Zeit., 1871, Nr. 8; Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, Febr. u. Oktob. 1871; Gartenflora Bd. 46, 1897, S. 1; Bd. 48, 1899, S. 431; Bd. 49, 1900; Bd. 50, 1901; Bd. 51, 1902; Bd. 53, 1904.

[3] Veröffentlicht sind diese Beobachtungen leider nur zum Teil und sehr zersplittert. Ich bin für manche bezügliche mündliche Mitteilung Hrn. H. Lindemuth sehr zu Dank verpflichtet.

von vegetativer Bastardbildung vor sich zu haben. In Wirklichkeit handelt es sich jedoch bei der durch Pfropfung übertragbaren Panaschierung, wie ich im folgenden darlegen werde, um eine höchst eigenartige Infektionskrankheit, die, wie schon 1898 Beijerinck[1] vermutet hatte, mit der Mosaikkrankheit des Tabaks in ein und dieselbe Klasse von Infektionskrankheiten gehört.

Die Tatsache, daß manche Panaschierungen beim Pfropfen von dem einen Pfropfling auf den andern übergehen, ist schon seit langem bekannt. In der gärtnerischen Literatur finden sich seit Ende des 17. Jahrhunderts bis in die neueste Zeit sehr zahlreiche Angaben über Panaschierungsübertragungen bei *Jasminum*, *Fraxinus*, *Castanea* u. a. Zusammenstellungen der älteren Literatur über diesen Gegenstand haben Gärtner[2], Göppert[3] und Lindemuth[4] gegeben.

In neuerer Zeit sind einwandsfreie Untersuchungen und Beobachtungen, abgesehen vielleicht von *Jasminum*, an keiner von diesen Pflanzen gemacht worden. Nur die Panaschierungsübertragungen innerhalb der Familie der Malvaceen sind bis in die neueste Zeit von verschiedenen Autoren eingehend untersucht worden.

Diese infektiöse Chlorose der Malvaceen hat eine eigentümliche Geschichte. Im Jahre 1868 tauchte in der Gärtnerei von Veitch & Sohn in England unter einer Kollektion von aus Westindien bezogenen *Abutilon*-Pflanzen ein Exemplar von *A. striatum* Dicks. auf, das anstatt der normalen grünen sehr schön gelb und grün marmorierte Blätter hatte. Die Pflanze wurde eifrig vegetativ vermehrt und als Neuheit unter dem Namen *A. Thompsoni* in den Handel gebracht. Exemplare davon gelangten auch nach Frankreich, und hier machte im Jahre 1869 Lemoine in Nancy die erste Beobachtung über die Übertragbarkeit dieser Buntblätterigkeit auf andere *Abutilon*-Pflanzen. Lemoine[5] berichtet darüber folgendes: En raison de sa rareté j'ai voulu le multiplier en greffant sur l'*A. megapotamicum* A. St. Hil. ou *vexillarium* E. Morr. et sur une variété de *venosum*; or à l'automne les deux sujets de ces deux espèces bien déterminées ont poussé à des distances variant de 2 à 15 cent. au dessous du point d'application de la greffe plusieurs pousses com-

[1] M. W. Beijerinck, Über ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. Verh. d. kon. Akad. van Wetensch. Deel 6, Nr. 5, 1898.

[2] Gärtner, Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche. Stuttgart 1849.

[3] Göppert, Über innere Vorgänge beim Veredeln der Bäume und Sträucher. Cassel 1874.

[4] Lindemuth, Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landw. Jahrbücher 1878, Heft 6.

[5] Lemoine, Journal de la société impériale et centrale d'horticulture de France. 2. sér., tome 3, 1869, S. 47.

plètement panachées. Ähnliche Beobachtungen sind bald danach auch in England und in Belgien gemacht worden.

Systematische Untersuchungen sind dann zuerst noch im Jahre 1869 von Morren[1] und weiterhin besonders von Lindemuth[2] angestellt worden. Auf Grund dieser Arbeiten, vor allem derjenigen Lindemuths wissen wir heute über den Verlauf dieser Erscheinung, kurz gefaßt, etwa folgendes.

Wenn man mit einer grünblätterigen Malvacee einen Zweig einer bunten Pflanze derselben, oder einer verwandten Spezies hat verwachsen lassen, sei es durch Pfropfung, oder irgendeine andere Transplantationsmethode, dann wird nach kurzer Zeit die jetzt mit dem bunten Sproß im Säfteaustausch stehende, bis dahin grünblätterige Pflanze in der Weise affiziert, daß alle Blätter, die sie weiterhin neu bildet, ebenfalls bunt, gelbfleckig werden. Die alten Blätter dagegen, die zur Zeit der Transplantation schon ausgebildet waren, bleiben unverändert, werden nicht noch nachträglich etwa auch gelbfleckig. Ebenso wie hier vom Pfropfreis auf die Unterlage, geht diese infektiöse Chlorose auch von einer bunten Unterlage auf ein ursprünglich grünblätteriges Edelreis über. In blattlosem Zustande transplantierte Reiser infizieren erst, wenn sie nachträglich bunte Blätter gebildet haben (Lindemuth). Ebenso wie Reiser infizieren auch einzeln transplantierte Blätter (Morren).

Für diese Buntblätterigkeit sind die verschiedenen Malvaceen sehr verschieden empfänglich. Hierüber hat besonders Lindemuth[3] viel experimentiert. Manche Arten, z. B. *Lavatera arborea* L., sind ganz unempfänglich, werden nie bunt. Von manchen anderen Arten erweisen sich einzelne Exemplare als empfänglich, andere bleiben grünblätterig, wenn sie auch noch so lange in Pfropfsymbiose mit bunten Pflanzen gehalten werden. Hierher gehört z. B. *Kitaibelia vitifolia* Willd. Bei einer dritten Gruppe von Arten endlich erweisen sich alle Individuen als gleich empfänglich. Dies gilt z. B. für *Abutilon striatum* Dicks., *A. Sellowianum* Reg., *A. indicum* (L.) Don. u. a.

Die Weise, in der die infektiöse Chlorose sich äußert, ist bei den einzelnen Arten ebenfalls sehr verschieden. Bei *A. arboreum* z. B.

[1] Morren, Contagion de la panachure. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 2. sér., tom. 28, 1869, S. 434.

[2] Lindemuth, Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaftl. Jahrbücher 1878, sowie zahlreiche kleine Aufsätze in Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, Juli 1870; Bot. Zeit., 1871, Nr. 8; Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. Febr. u. Oktob. 1871; Gartenflora Bd. 46, 1897, S. 1; Bd. 48, 1899, S. 431; Bd. 49, 1900; Bd. 50, 1901; Bd. 51, 1902; Bd. 53, 1904.

[3] Veröffentlicht sind diese Beobachtungen leider nur zum Teil und sehr zersplittert. Ich bin für manche bezügliche mündliche Mitteilung Hrn. H. Lindemuth sehr zu Dank verpflichtet.

treten meistens auf den im übrigen rein grünen Blättern nur einzelne große gelbe Flecken auf, bei anderen Arten, z. B. *A. Sellowianum* Rgl., zeigt die Blattfläche eine ganz mosaikartige Zusammensetzung aus rein grünen, rein gelben und grüngelben Feldern in allen möglichen Abstufungen. Bei wieder anderen Arten, z. B. *A. indicum* (L.) Don., werden fast die ganzen Blätter bis auf kleine grüne Fleckchen gelb oder weiß und bleiben außerdem klein und runzelig. Bunte Individuen dieser Arten sind meist nicht lebensfähig, sondern gehen gewöhnlich, nachdem sie einige Zeit noch kümmerlich vegetiert haben, an der Krankheit zugrunde.

Da die Infektion nur auf dem Wege der Pfropfung erfolgt, war es bisher nicht möglich, diese infektiöse Chlorose auch auf andere Pflanzen als auf Malvaceen zu übertragen. Pfropfungen von Malvaceen auf Angehörige anderer Pflanzenfamilien sind bisher nie gelungen.

Hat eine bis dahin normal grünblätterige Pflanze *A.* dadurch, daß man sie mit einer bunten Pflanze hat verwachsen lassen, erst einmal einige bunte Blätter getrieben, dann kann man die Verwachsung lösen, und die Pflanze *A.* wird doch bunt bleiben, weiterhin nur gelbfleckige Blätter bilden. Man kann jetzt auch von einer so bunt gemachten Pflanze aus andere, bis dahin grüne Exemplare anstecken usw.

Von dieser Regel, daß einmal buntgewordene Pflanzen dauernd bunt bleiben, gibt es Ausnahmen. Es kommt vor, daß auf sonst buntblätterigen Exemplaren einzelne Zweige auftreten, die dauernd grün bleiben — worauf dies beruht, werde ich in einer späteren Mitteilung besprechen —; ferner aber gibt es, wie Lindemuth gezeigt hat, einige staudenförmige Malvaceen, wie *Althaea rosea* (L.) Cav., die zwar, wenn sie einmal infiziert sind, während der betreffenden Vegetationsperiode nur noch bunte Blätter produzieren, aber nach der Winterruhe im nächsten Frühjahr rein grün austreiben und grün bleiben. Andere Stauden, z. B. *Kitaibelia vitifolia* Willd., behalten die infektiöse Chlorose auch über die Winterruhe, bleiben also, einmal infiziert, zeitlebens und in ihrer vegetativen Nachkommenschaft buntblätterig.

Samen von bunten Pflanzen geben nur rein grünblätterige Keimlinge.

Die Übertragung der Krankheit erfolgt nur auf dem Wege der Pfropfinfektion; alle die zahllosen gelbfleckigen Malvaceen, die sich heute in den Gärten vorfinden, stammen, soweit man ihr Schicksal noch verfolgen kann, durch Pfropfinfektion von dem einen *A. Thompsoni* her, der im Jahre 1868 in England aufgetaucht ist.

Von großem Einfluß auf die Entwickelung der infektiösen Chlorose der Malvaceen ist das Licht. Im Schatten stehende Exemplare zeigen die Buntblätterigkeit viel weniger deutlich, als sonnig stehende.

Soviel hier vorläufig einleitend und zur allgemeinen Orientierung über die vielen im Laufe der Jahre gesammelten Beobachtungen früherer Autoren.

Anatomisch sind Blätter infektiös chlorotischer Malvaceen schon wiederholt untersucht worden, am eingehendsten von Zimmermann[1], dessen Angaben ich nach eigenen Untersuchungen vollkommen bestätigen kann. Danach unterscheiden sich mikroskopisch die gelben Blattpartien nur dadurch von den grünen, daß in ihnen die Chlorophyllkörner mehr oder weniger frei von Chlorophyll sind. Die Form der Chromatophoren ist nicht wesentlich verändert, sie sind aber häufig etwas kleiner, als in den grünen Partien. Die gelben Flecke gehen vielfach ganz allmählich in rein grüne über, indem von Zelle zu Zelle die Chromatophoren etwas mehr grüne Farben zeigen; oft ist aber die Grenze auch ziemlich scharf. Häufig wird die Grenze zwischen rein grünen und gelben Partien durch ein Gefäßbündel gebildet. Abgesehen von der verschiedenen Färbung der Chromatophoren sind keine durchgehenden Unterschiede zwischen Zellen aus grünen Blättern und Zellen aus gelben Blattpartien festzustellen. Von einem parasitären Organismus ist nichts zu sehen.

Als was ist nun diese Übertragung der Buntblätterigkeit aufzufassen? Wenn man zwei verschiedene Pflanzen aufeinanderpfropft, dann zeigt sich ja allerdings sehr häufig, daß die Unterlage auf das Edelreis einen gewissen formativen Einfluß ausübt, und umgekehrt. Ein Birnenzweig (*Pirus communis*) entwickelt sich auf Birne als Unterlage ganz anders als auf Quitte (*Cydonia vulgaris*). Auf *P. communis* wird der Zweig sich zu einem normalen Baume, auf *Cydonia* dagegen zu einem Zwergbäumchen auswachsen. Daß zwei Pfropfsymbionten in solcher oder anderer Weise einander mehr oder weniger formativ beeinflussen, ist die Regel, und diese Tatsachen werden von den Gärtnern ja seit Jahrhunderten ausgenutzt. In das Gebiet dieser gegenseitigen formativen Beeinflussung zweier Symbionten hat man vielfach auch die Panaschierungsübertragung gerechnet; aber mit Unrecht, denn hier liegen die Verhältnisse doch in einem sehr wesentlichen Punkte anders.

Ein Birnenreis, das auf Quittenunterlage als Zwergbäumchen gewachsen ist, behält diesen Zwergwuchs nicht bei, wenn man es wieder

[1] Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft 2, S. 81. Tübingen 1891.

auf eigene Wurzeln bringt, geschweige denn, daß es jetzt sogar andere Birnbäumchen auf dem Wege der Pfropfinfektion mit dieser Eigenschaft des Zwergwuchses anstecken könnte. Im Gegensatz hierzu bleiben einmal bunt gewordene Malvaceen auch nach der Trennung der Symbiose mit der ursprünglich bunten Pflanze dauernd bunt und infizieren ihrerseits wieder andere Pflanzen mit der Buntblätterigkeit.

Wenn, um in unserm vorigen Beispiele zu bleiben, ein Birnenreis von der Quittenunterlage formativ beeinflußt wird, so haben wir es hier nur mit der Wirkung veränderter äußerer Bedingungen, vor allem veränderter Ernährung zu tun, mit einer Einwirkung, die völlig homolog derjenigen ist, wie sie verschiedene Bodensorten oder verschiedene Beleuchtung usw. hervorrufen. Es handelt sich hier also nur um eine *vorübergehende* formative Beeinflussung.

Bei der Übertragung der infektiösen Chlorose wird aber die während der Pfropfsymbiose auftretende Buntblätterigkeit zu einer *dauernden* Eigentümlichkeit für das betreffende Individuum und auch für alle seine *vegetativen Nachkommen*.

Zur Erklärung dieses Umstandes könnten wir zweierlei annehmen. Die eine Hypothese wäre folgende: es könnte die bis dahin grünblätterige Pflanze während der Dauer ihrer Symbiose mit der buntblätterigen nicht bloß formativ beeinflußt werden, sondern sie könnte *in der Struktur ihres stofflichen Trägers der erblichen Eigenschaften* verändert worden sein, d. h. sie könnte ein neues *Merkmal*, eben das der Buntblätterigkeit *erworben* haben. Eine derartige Auffassung ließe sich hören; aber mit einer solchen Hypothese müßten wir auch — vorläufig wenigstens — auf ein tiefergehendes Verständnis dieser Erscheinung verzichten.

Eine derartige leichte Beeinflußbarkeit der Erbsubstanz durch äußere Eingriffe in der Weise, daß ganz nach Belieben des Experimentators ein neues »Merkmal« jederzeit geschaffen oder auch wieder hinweggenommen werden könnte, stände jedenfalls ganz einzig da.

Viel plausibler ist eine zweite Hypothese: wir können annehmen, daß aus einer bunten Pflanze in die damit verwachsene grüne ein uns vorläufig ganz unbekanntes stoffliches Etwas übergeht, was bewirkt, daß auf der bis dahin gesunden Pflanze die Blätter gelbfleckig gebildet werden. Über die Natur dieses Etwas wollen wir uns jetzt noch keinerlei bestimmte Vorstellung machen. Ich werde im weitern Texte dieses Etwas vorläufig als **„Virus“** bezeichnen. Dieses hypothetische »Virus« muß nun zunächst fraglos die Eigenschaft haben, in kranken Pflanzen an *Menge zuzunehmen*. Wir können, wie ich schon früher ausgeführt habe, durch Transplantation eines einzigen kranken Blattes eine bis dahin gesunde Pflanze infizieren; diese produziert eine un-

begrenzte Menge kranker Blätter: mit jedem einzelnen von diesen Blättern können wir wieder eine ganze andere Pflanze infizieren usf. ad infinitum. Würde das »Virus« nicht in der kranken Pflanze an Menge zunehmen, so würde es bei jeder Weiterinfektion, ja schon durch das Wachstum der betreffenden Pflanze selbst weiter verdünnt werden, und diese Verdünnungsmöglichkeit wäre natürlich begrenzt. Die Infektionsmöglichkeit ist nun aber nicht begrenzt: es muß also zweifellos das »Virus« innerhalb der kranken Pflanze an Menge zunehmen.

Mit dieser Feststellung, daß das »Virus« in der kranken Pflanze an Menge zunehmen muß, ist schon einiges gewonnen, und wir können hier mit weiteren Fragestellungen einsetzen.

Eine heute allgemein gültige Überlegung der Pathalogen lautet, daß in allen Fällen, wo wir finden, daß das Virus einer Krankheit sich vermehrt, d. h. bei allen Infektionskrankheiten, dieses Virus ein parasitärer Organismus sein müsse, und zwar deshalb, weil keine toten Stoffe, keine »rein chemische Substanzen« sich vermehren, »wachsen« könnten.

Danach müßte auch unser Virus ein Organismus sein. Dieser Schluß der Pathologen ist aber, wie ich[1] schon früher betont habe, keineswegs zwingend: denn ein Zunehmen an Menge braucht zunächst einmal nicht bloß auf dem Wege des Wachsens, des Sichvermehrens zu erfolgen. Es könnte z. B. in unserm Falle als Virus auch ein Stoff fungieren, der von der kranken Pflanze selbst erzeugt wird. Es müßte dies dann freilich ein Stoff sein, der auf die embryonalen Blattanlagen einen formativen Reiz ausübte, daß diese sich an Stelle von normalen grünen Blättern zu den fleckigen Mißbildungen entwickelten, zu pathologischen Gebilden, die dann diesen selben Stoff wieder neu produzierten usw.

Ferner aber ist es nicht so ohne weiteres erwiesen, daß es nicht doch Stoffe geben könnte, die »wachsen«: darauf werde ich später noch zu sprechen kommen.

In unserm Falle ist es nicht bloß nicht erwiesen, daß das Virus ein Organismus ist, sondern es kann hier, wie ich[1] bereits früher ausgeführt habe, ein Organismus gar nicht in Frage kommen. Vielleicht darf ich meine Schlußfolgerungen noch einmal kurz rekapitulieren: Der einzige Weg, auf dem nach jetzt bald 40jähriger Erfahrung der Gärtner die Übertragung der infektiösen Chlorose erfolgt, ist der, daß eine gesunde Pflanze mit einer kranken verwächst. Wenn das Virus der infektiösen Chlorose ein Organismus wäre, dann wäre ja die Exi-

[1] Erwin Baur, Zur Ätiologie der infektiösen Panaschierung. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1904, S. 453.

stenzfähigkeit dieses Organismus gebunden an die gelegentlichen von den Gärtnern ausgeführten Transplantationen. Vor 1868 hätte ein derartiger Organismus überhaupt keine Existenzmöglichkeit gehabt; denn Fälle, wo zwei nahe zusammenstehende Exemplare der betreffenden Malvaceen zufällig einmal streckenweise verwachsen, sind zu selten, als daß sie hier in Betracht kämen. Da nun ferner die infektiöse Chlorose sich durch Samen nicht überträgt — Sämlinge bunter Pflanzen sind immer wieder rein grünblätterig —, die von ihr befallenen Malvaceen sich aber nur durch Samen vermehren, wäre der hypothetische Erreger mit dem Tode der einmal befallenen Wirtspflanze ja zugleich selber vernichtet. Er hat ja so gut wie keine Möglichkeit, in eine andere Wirtspflanze zu kommen bzw. irgendwie geartete Keime dahin gelangen zu lassen. Die Existenz eines Parasiten mit solchen Eigenschaften ist ganz undenkbar.

Weiter als bis zu diesem einen negativen Schluß auf die Natur des Virus der infektiösen Chlorose ließ sich mit Hilfe der bekannten Beobachtungstatsachen nicht kommen, und hier setzten deshalb neue von mir im Laufe des letzten Sommers ausgeführte Versuche ein.

Die Versuche knüpften an an eine zufällige Beobachtung. Ich hatte von einem eingetopften, kräftig wachsenden, stark bunten Bäumchen von *Abutilon Thompsoni* die Krone abgeschnitten, um sie als Pfropfreis zu benutzen. Den Topf mit dem völlig blattlosen Stämmchen stellte ich in eine dunkle Ecke meines Gewächshauses. Als mir nach etwa 14 Tagen die Pflanze wieder in die Hände kam, hatte sie einige stark etiolierte Seitentriebe entwickelt. Ich schnitt jetzt diese etiolierten Triebe etwas zurück und stellte den Topf ans Licht. Die Pflanze erholte sich wieder, trieb aber nur rein grüne Blätter und blieb dauernd grün. Ableger dieser Pflanze habe ich dann aber später wieder durch Pfropfinfektion buntblätterig gemacht; sie haben also nicht die Empfänglichkeit verloren, sondern das »Virus« war in ihnen zugrunde gegangen.

Auf Grund dieser Beobachtung experimentierte ich jetzt weiter. Ich schnitt eine Anzahl Exemplare soweit zurück, daß sie keine Blätter mehr hatten, und ließ die Hälfte im Licht, die andere Hälfte im Dunkeln ihre neuen Triebe aus Achselknospen entwickeln. Die Pflanzen im Licht trieben nur bunte Triebe. Die dunkel gestellten Exemplare nahm ich nach verschieden langer (14 bis 30 Tage) Verdunkelung ans Licht, indem ich sie zunächst im feuchten Warmhaus im Halbschatten hielt. Die im Dunkeln von ihnen gebildeten Blätter ergrünten jetzt nachträglich, und zwar erwiesen sich die zuerst gebildeten 2 bis 3 Blätter eines jeden Triebes als noch gelbfleckig, die zuletzt gebildeten, mehr apikal an den etiolierten Trieben sitzenden Blätter waren dagegen rein grün.

Bei einem Teile dieser Exemplare entfernte ich jetzt die bunten Blätter, noch ehe sie sich völlig entwickelt hatten: die apikalen, wie gesagt rein grünen Blätter ließ ich sitzen. Diese sämtlichen Pflanzen blieben dauernd grünblätterig. Der andere Teil der Dunkelexemplare dagegen, an deren Trieben die basalen, noch bunt entwickelten neuen Blätter belassen waren, bildeten weiterhin wieder bunte Blätter.

Diese Beobachtung brachte mich auf folgende Vermutung: In den bunten Pflanzen entsteht das Virus, das verursacht, daß alle neu entwickelten Blätter gelbfleckig werden, nur im Lichte, und zwar nur in bunten Blättern. In jeder gelbfleckigen Pflanze ist stets nur eine begrenzte Menge des Virus vorhanden, nur soviel ungefähr, als genügt, um etwa 2 bis 3 neu entstehende Blätter bunt zu machen. Diese in der Pflanze vorhandene Virusmenge wird bei der Bildung der neuen Blätter in irgendeiner Weise aufgebraucht, so dass alle weiteren neuen Blätter grün gebildet werden, wenn man nur dafür sorgt, daß kein neues Virus produziert werden kann.

Auf Grund dieser Vermutung wurde jetzt systematisch weiter experimentiert. Ich berichte der Reihe nach über die verschiedenen Versuche.

1. Eine Anzahl stark buntblätteriger *Thompsoni*-Pflanzen wurden so, wie sie waren, also ohne Entfernung der Blätter, dunkel gestellt. Nachdem sie im Dunkeln einige stark etiolierte Sprosse mit je etwa 3 bis 4 Blättchen gebildet hatten, wurden sie wieder langsam, im Verlaufe einiger Tage, erst in gedämpftes und schließlich in volles Tageslicht überführt. Die etiolierten Blättchen ergrünten jetzt, und auch hier erwiesen sich die ersten zwei oder drei von ihnen als gelbfleckig, die späteren waren bis auf einige kleine gelbe Fleckchen rein grün. Bei einigen so behandelten Pflanzen wurden die sämtlichen alten bunten Blätter entfernt, bevor die Pflanzen wieder dem Lichte ausgesetzt wurden, und ebenso die neu gebildeten Blättchen, soweit sie noch bunt waren. Alle diese Pflanzen sind jetzt rein grünblätterig. Bei den Kontrollpflanzen dagegen, bei welchen die bunten Blätter nicht entfernt worden waren, bevor die Pflanzen wieder ans Licht kamen, wurden alle nach der Wiederbelichtung gebildeten Blätter gelbfleckig.

2. Bei einer Reihe von Pflanzen — ebenfalls wieder nur stark bunten Exemplaren — wurden sämtliche alten Blätter und weiterhin an allen Vegetationspunkten die drei zuerst entstehenden neuen Blättchen entfernt, die letzteren stets noch ehe sie sich entfaltet hatten. Die Pflanzen standen dabei dauernd im Lichte. Auch hier waren die weiterhin neu entstehenden Blättchen meistens schon rein grün. Nur ganz vereinzelt traten noch gelbe Flecken auf. Diese gelben Flecken wurden mit der Schere aus der im übrigen rein grünen Spreite heraus-

geschnitten, sobald sie auf dem jungen Blatte deutlich erkennbar wurden. Alle so behandelten Pflanzen wurden rasch rein grünblätterig. An einer von diesen Pflanzen entfernte ich die eben erwähnten kleinen Fleckchen, die auf einigen der nach der Kupierung entstandenen Blättchen noch aufgetreten waren, nicht. Bei dieser Pflanze zeigten die nächsten neuen Blättchen schon wieder einige Flecken mehr, und weiterhin wurde diese Pflanze wieder völlig buntblätterig.

Genau dieselben Resultate ergaben entsprechende Pfropfversuche.

3. Es wurden auf stark bunte Exemplare von *Abutilon Thompsoni* Reiser von einer grünblätterigen, aber für die infektiöse Chlorose empfänglichen Sippe von *A. arboreum* aufgepfropft. Bei einem Teile dieser Versuchspflanzen beließ ich an der *Thompsoni*-Unterlage die Blätter, bei einem andern Teile wurden die Blätter der Unterlage entfernt und die Bildung neuer Blätter verhindert. Bei diesen letzteren Versuchspflanzen blieben die Pfropfreiser grün, bei den ersteren wurden sie bunt.

An einem von den Exemplaren, an denen die Blätter der Unterlage entfernt worden und infolgedessen die Edelreiser grün geblieben waren, ließ ich zwei Monate später aus einer Achselknospe der Unterlage einen — bunten — Zweig austreiben. Drei Wochen später, nachdem an diesem Zweige die ersten Blätter entwickelt waren, bildete auch das Edelreis bunte Blätter. Über hiermit völlig übereinstimmende Beobachtungen hat übrigens früher Lindemuth[1] schon berichtet: »Die Übertragung der Panaschüre des Impflings auf die Unterlage erfolgt nur, wenn an demselben bunte Blätter (bei Okulationen das Tragblatt) erhalten bleiben oder aber erst dann, wenn die blätterlosen Impflinge (oder Augen ohne Tragblätter) bunte Blätter entwickelt haben.«

4. Wenn man an Pflanzen von *A. Thompsoni* alle alten Blätter entfernt und ebenso auch die zunächst neu entstehenden jungen Blätter, ehe sie assimilationsfähig werden, wie es für Versuch 2 nötig war, so leiden natürlich die Versuchspflanzen sehr. Ich habe deshalb den Versuch folgendermaßen modifiziert. Auf Exemplare von grünem *A. striatum* oder in anderen Fällen *A. arboreum* pfropfte ich bunte *Thompsoni*-Reiser, an denen alle Blätter entfernt waren. Diese dann gewissermaßen auf der grünen Unterlage schmarotzenden Sprosse wurden weiterhin ebenso behandelt wie in Versuch 2, aber sie überstanden diese Prozedur viel besser. Auch sie waren vom 4. oder 5. Blatte ab rein und dauernd grünblätterig.

5. Eine weitere Modifikation dieser Versuche war folgende. Es wurden auf Pflanzen von *A. indicum*, der sehr empfänglich für die

---

[1] Lindemuth, Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1878, Heft 6, S. 22 des Separatums.

infektiöse Chlorose ist, Blätter des bunten *A. Thompsoni* transplantiert. Beließ ich derartige Pflanzen dann im Lichte, so wurden sie regelmäßig infiziert. Man kann jedoch die Infektion verhindern, wenn man nur die transplantierten bunten Blätter (hinter einer Hülle von braunem Packpapier z. B.) dunkel hält. Im übrigen können dabei diese *Indicum*-Pflanzen dem vollen Tageslichte ausgesetzt sein.

Diese Ergebnisse stimmen alle aufs beste mit den oben als Vermutung ausgesprochenen Sätzen überein.

Gelegentlich dieser Versuche machte ich nun eine weitere wichtige Beobachtung.

An einer Versuchspflanze, die infolge der in Versuch 2 angewandten Therapie grünblätterig geworden war, trieb unten am Stamm eine bis dahin ruhende Knospe aus, und zwar völlig buntblätterig. Ich brachte danach noch an zwei anderen derartigen, seit einem Monat rein grünen Pflanzen durch starkes Zurückschneiden alte ruhende Knospen zum Austreiben: alle trieben bunt aus, und von diesen bunten Sprossen wurden wieder die ganzen Pflanzen infiziert.

Also: Knospen, die zu einer Zeit angelegt werden, in der die Pflanzen bunt sind, entwickeln sich auch später, wenn inzwischen die Pflanzen durch geeignete Behandlung im übrigen völlig grünblätterig geworden sind, zu buntblätterigen Trieben und infizieren dann wieder die ganze Pflanze. Solange diese latent bunten Knospen aber ruhen, infizieren sie nicht. Das paßt gut zu den Resultaten der anderen Versuche. Wir haben stets gefunden, daß nur von fertig ausgebildeten, bunten, belichteten Blättern aus neue Blattanlagen infiziert werden.

Wir wissen nun ferner, daß die Menge Virus, die in einer Pflanze zu einem gewissen Zeitpunkte vorhanden ist, verbraucht wird, wenn diese Pflanze neue Blätter ausbildet. Entfernt man diese ersten neu entstandenen Blätter oder verdunkelt sie, so werden alle später entstehenden Blätter grün. Das ursprünglich in der Pflanze verteilte Virus muß also bei der Bildung junger Blätter in diesen angesammelt und verbraucht, oder drücken wir uns einmal etwas anders aus: gebunden werden.

Wir müssen demnach von dem Virus zweierlei Zustände unterscheiden: einen freien virulenten Zustand, in dem es allein sich in der Pflanze verbreiten kann, und einen zweiten Zustand, in dem es, in den von ihm affizierten Geweben festgehalten, gebunden vorkommt.

Nach dieser Feststellung erscheinen jetzt auch einige andere längst bekannte Erscheinungen in neuem Lichte. So wissen wir, daß die infektiöse Chlorose durch Samen nicht übertragen wird. Das hat wahrscheinlich folgende Ursache. Wir haben gesehen, daß die Menge des zu einem gewissen Zeitpunkte in einer Pflanze vorhandenen Virus sehr klein

ist, nur so groß, daß sie ausreicht, um etwa 3 bis 4 neuentstehende Blätter gelbfleckig zu machen. Und bei dieser Infektion der ersten Blätter wird das in der ganzen Pflanze vorhandene Virus restlos aufgebraucht, weil das ursprünglich überall zirkulierende Virus gerade in den jungen Blattanlagen, die ein gewisses Mindestalter erreicht, aber ein anderes maximales Entwickelungsstadium noch nicht überschritten haben, gebunden und dadurch angesammelt wird. Nur dadurch, daß die jungen Blattanlagen dauernd in Stoffaustausch mit dem gesamten übrigen Pflanzenkörper stehen, ist diese Ansammlung möglich.

Wir brauchen nun bloß die Annahme zu machen, daß die ältesten jungen Blattanlagen des Embryos im Samen zu der Zeit, in der der Stoffaustausch zwischen Mutterpflanze und Samen aufhört, noch nicht das obenerwähnte Mindestalter erreicht haben. Die Virusmenge, die der Same mitbekommt, wird dann sehr gering sein; sie wird, oberflächlich geschätzt, zur Gesamtmenge des in der ganzen Pflanze in dem Zeitpunkt der Trennung von Samen und Mutterpflanze vorhandenen freien Virus im gleichen Verhältnis stehen wie das Volumen des Samens zum Volumen der Mutterpflanze. Und diese minimale Menge ist wohl nicht genügend, um später die sich entwickelnde Keimpflanze zu infizieren.

Unabhängig von diesen eben geschilderten Versuchen, die ja alle in einem gewissen Zusammenhang standen, stellte ich dann noch einige weitere Versuche an. Zunächst war es mir darum zu tun, Material zu sammeln für die Entscheidung der Frage, in welchen Gewebselementen das Virus transportiert wird.

6. Wenn man auf eine bis dahin grüne, aber für die Krankheit empfängliche Malvacee ein buntes Reis aufpfropft, dann werden in je nach der Intensität des Wachstums und auch je nach der Spezies verschieden langer Zeit die an der bis dahin grünen Pflanze neugebildeten Blätter bunt. Dabei kann man leicht feststellen, daß an den Vegetationspunkten, die der Pfropfstelle am nächsten liegen, zuerst bunte Blätter entstehen, an den weiter entfernt liegenden aber erst merklich später. So trat z. B. in einem Pfropfversuche mit *A. indicum* zu einer Zeit, in welcher an einem Vegetationspunkte in etwa 8 cm Abstand von der Pfropfstelle schon 5 bunte Blätter gebildet waren, an einem andern Vegetationspunkte derselben Pflanze, der 40 cm von der Pfropfstelle entfernt war, das erste bunte Blatt auf; es war dies sechs Wochen nach dem Auftreten des ersten bunten Blattes an dem nahegelegenen Vegetationspunkte. Andere Versuche gaben andere Resultate mit innerhalb sehr großer Grenzen schwankenden Zahlen. Immerhin zeigen die Versuche, daß das Virus sich ziemlich langsam, erst im Laufe von mindestens

mehreren Tagen, in der infizierten Pflanze ausbreitet. Schon dies eine ließ darauf schließen, daß es wohl nicht mit dem Transpirationsstrom wandere.

7. Auf das gleiche weisen auch Ringelungsversuche hin. Bisher hat in keinem derselben die Chlorose die Ringelungsstelle überschritten. Ich verwendete zu diesen Ringelungen kräftige Pflanzen von *Abutilon Avicennae* Gaertn.: der Stamm wurde auf eine Strecke von 0.5 cm hin rundum von der leicht abhebbaren Rinde entblößt und dann wurde unterhalb, bzw. in anderen Versuchen oberhalb davon ein buntes Reis von *A. Thompsoni* aufgepfropft. Der Versuch gelang dreimal, einmal mit dem Pfropfreis oberhalb, zweimal mit dem Pfropfreis unterhalb der Ringelung. In dem erstern Falle erwies sich der Gipfel der *Avicennae*-Pflanze schon nach zwei Wochen deutlich infiziert: er entwickelte im ganzen danach noch 3 kleine verkümmerte Blätter und starb später vier Wochen nach der Operation ab. Das Stammstück unter der Ringelung trieb, schon ehe der Gipfel abstarb, zwei ruhende Achselknospen aus, die sich im Laufe des Sommers zu kräftigen Zweigen entwickelten. Beide Zweige blieben dauernd grünblätterig. In den anderen beiden Fällen wuchs ebenfalls das aufgepfropfte *Thompsoni*-Reis gut an: ich pflanzte vier Wochen nach der Operation die Pflanzen im Garten aus und sie gediehen üppig. Das Stück oberhalb der Ringelung blieb in beiden Fällen gesund grünblätterig, blühte und reifte Früchte. Im August, acht Wochen nach der Operation starb es ab: es war also zwölf Wochen mit dem bunten *Thompsoni*-Reise verbunden gewesen, ohne infiziert zu werden, während sonst *A. Avicennae* schon in wenigen Tagen infiziert wird.

Einige weitere Versuche hatten den Zweck, mehr Aufklärung über die von Lindemuth festgestellte Tatsache zu geben, daß manche Arten immun, manche sehr stark empfänglich sind.

Eine Immunität kann nach Analogie mit den Verhältnissen bei tierischen Infektionskrankheiten verschiedene Ursachen haben. Sie könnte einmal dadurch bedingt sein, daß aus irgendwelchen Gründen das Virus nicht in diese Pflanzen eindringt. Eine zweite Möglichkeit wäre die, daß das Virus zwar eindringt, aber durch eine Art von Antitoxin im weitesten Sinne unwirksam gemacht wird. Drittens schließlich könnte das Virus eindringen, würde auch nicht irgendwie neutralisiert, aber die in Rede stehenden Pflanzen könnten sich ganz indifferent verhalten, so wie z. B. das Huhn gegen Tetanustoxin.

Ein einfacher Versuch zeigte, daß die unter 3 genannte Möglichkeit hier zutreffend sei.

8. Es wurden im September 1904 auf einige stark bunte Pflanzen von *A. Thompsoni* Reiser von einer immunen Sippe von *A. arboreum*

aufgepfropft. Die Reiser wuchsen kräftig und blieben rein grün, der als Unterlage dienende *A.-Thompsoni*-Stamm blieb in allen seinen eigenen Zweigen gleich stark bunt. Auf drei dieser *Arboreum*-Reiser pfropfte ich im Mai 1905 je einen Zweig des hochempfänglichen *A. indicum*. Diese *Indicum*-Zweige standen also durch den immunen *A. arboreum* hindurch in dauernder Verbindung mit dem *A. Thompsoni*. — Traf die unter 1 oder 2 genannte Möglichkeit zu, so mußten diese *Indicum*-Reiser grün bleiben: sie wurden aber in allen drei Fällen fast ebenso schnell geflecktblätterig, als wenn ich sie direkt auf *Thompsoni*-Pflanzen gepfropft hätte. Daraus folgt, daß das Virus der infektiösen Chlorose auch in den immunen *A. arboreum* eindringt und in diesem auch keineswegs zerstört wird.

9. Die nächste Frage war jetzt die: Vermehrt sich das Virus vielleicht auch gewissermaßen »latent« in solchen infizierten *Arboreum*-Pflanzen? Ich machte deshalb folgenden Versuch: zwei Reiser von *A. arboreum*, die einige Wochen auf *A. Thompsoni* aufgepfropft gewesen waren, und in die entsprechend Versuch 8 eine gewisse Menge Virus eingedrungen sein mußte, wurden wieder abgeschnitten und auf grünen stark empfänglichen *A. striatum* aufgepfropft. Die Reiser bewirkten keine Übertragung der infektiösen Chlorose. Das Virus vermehrt sich also nicht etwa latent in infiziertem immunen *A. arboreum*. Dies stimmt völlig mit der schon durch die Versuche 1 bis 5 ermittelten Tatsache, daß auch in empfänglichen Pflanzen das Virus nur in den gelben Blattpartien sich vermehrt, in den grünen dagegen nicht.

Soviel hier über meine Versuche.

Auf Grund des durch sie gegebenen Beobachtungsmateriales und der schon früher bekannten Tatsachen können wir jetzt wohl mit genügender Sicherheit folgende Sätze formulieren.

In den gelben Partien der Blattspreite der infektiös chlorotischen Malvaceen wird im Lichte ein vorläufig noch ganz unbekanntes Virus produziert. Dieses Virus verbreitet sich von lebender Zelle zu lebender Zelle — nicht mit dem Transpirationsstrom — in der ganzen Pflanze und bewirkt, daß alle in einem gewissen Stadium der Entwickelung befindlichen jungen Blätter später ebenfalls buntfleckig werden. Einmal von der infektiösen Chlorose befallene Pflanzen bleiben nur deswegen dauernd selbst und in ihrer vegetativen Nachkommenschaft buntblätterig, weil von den alten bunten Blättern aus die an den Vegetationspunkten neu entstehenden beständig neu infiziert werden. Wird diese Autoinfektion in geeigneter Weise verhindert, so erlischt die Krankheit. Indem das Virus die jungen Blattanlagen infiziert, wird es in irgendeiner vorläufig noch ganz unbekannten Weise unschädlich gemacht: es wird auf diese Art schließlich die gesamte in einer Pflanze

zirkulierende Virusmenge in den jungen Blattanlagen — diese affizierend — festgelegt. Wenn man demnach an einer kranken Pflanze die jungen entstehenden Blätter eine Zeitlang systematisch entfernt und gleichzeitig durch Verdunkeln oder Abschneiden der vorhandenen alten bunten Blätter dafür sorgt, daß kein neues Virus gebildet werden kann, dann wird diese Pflanze rasch völlig entgiftet und dadurch rein grünblätterig.

Ebenso wie die eigenen jungen Blätter einer bunten Pflanze von den alten aus infiziert werden, ebenso werden die neu entstehenden Blätter anderer Pflanzen derselben oder einer anderen Art oder Gattung infiziert, wenn nur dafür gesorgt ist, daß sie einige Zeit mindestens mit einem belichteten, bunten, ausgewachsenen Blatte in unmittelbaren Säfteaustausch von lebender Zelle zu lebender Zelle stehen.

Das Virus wandert nicht bloß in Malvaceen über, die für die infektiöse Chlorose empfänglich sind, sondern auch in immune Arten. Es ist imstande, von kranken Pflanzen aus durch mit ihnen verwachsene immune Pflanzen hindurch in die Zellen empfänglicher Pflanzen überzugehen, wenn man mit einer immunen Pflanze einerseits eine gesunde empfängliche, andererseits eine kranke Pflanze verwachsen läßt.

Die Frage ist jetzt: Welcherart ist dieses eigenartige Virus?

Daß es sich hier um keinen parasitären Organismus handeln kann, habe ich bereits auseinandergesetzt. Es heißt fast Eulen nach Athen tragen, noch mehr Gründe dagegen anzuführen. Ich will trotzdem auf einige Ergebnisse der eben geschilderten Versuche kurz hinweisen, die mit der Annahme eines parasitären Organismus nicht gut vereinbar sind. Hierher gehört zunächst die absolute Abhängigkeit der Infizierung vom Lichte. Wir müßten ja sonst annehmen, daß der hypothetische Organismus nur im Lichte infektiöse Keime produzieren könnte! Ferner die Tatsache, daß das Virus durch den Transpirationsstrom nicht geleitet wird, sondern, wie die Ringelungsversuche wenigstens sehr wahrscheinlich machen, nur in den Geweben, die der Leitung der plastischen Stoffe dienen. Drittens endlich der Umstand, daß das Virus, bei der Entstehung infizierter Blätter verbraucht, gebunden wird. Aus den Versuchen 1 bis 5 folgt ja, daß das Virus, das zu einem gewissen Zeitpunkte in einer Pflanze vorhanden ist, sich in den in einem gewissen Entwickelungsstadium befindlichen Blättern restlos ansammelt und hier festgelegt wird. Wenn wir es hier mit einem Organismus zu tun hätten, dann müßte dieser Organismus zunächst eine Entwickelungsphase durchlaufen, in der er befähigt ist, in der ganzen Pflanze sich zu verbreiten: alle diese wanderungsfähigen Keime müßten dann aber in den gerade vorhandenen embryonalen Blättern sich ansammeln und hier festgehalten werden, die Wanderungsfähigkeit verlieren, und erst in alten

Blättern, und zwar nur in gut belichteten Blättern, müßten dann wieder wanderungsfähige, infektiöse Keime dieser Organismen gebildet werden.

Für sich allein spricht natürlich keine von allen diesen Beobachtungen mit absoluter Sicherheit gegen die Annahme eines Parasiten, aber sie alle zusammen schließen im Verein mit der oben S. 17 kurz rekapitulierten Überlegung die Annahme eines Parasiten doch mit Sicherheit aus.

Wenn wir also die infektiöse Chlorose nicht auf einen parasitären Organismus zurückführen dürfen, was für Möglichkeiten haben wir dann in Betracht zu ziehen?

Meines Erachtens kommen vor allem zwei Möglichkeiten in Frage. Die eine habe ich bereits früher schon angedeutet. Es könnte ein Stoffwechselprodukt der kranken Pflanze selbst als Virus fungieren. Es müßte dann aber ein Stoffwechselprodukt sein mit folgenden Eigenschaften: Es müßten die jungen Blätter, oder präziser ausgedrückt, die jungen Chlorophyllkörner so affizieren, daß sie sich nicht zu normalen Organen entwickeln, sondern zu den oben S. 15 geschilderten Mißbildungen, in denen dann, als pathologisches Stoffwechselprodukt, wieder genau dieses gleiche Virus gebildet werden müßte.

Diese selbe Hypothese, die ich, wie erwähnt, schon vor etwa einem Jahre ausgesprochen habe, hat vor kurzem Hunger[1] anscheinend ohne Kenntnis meiner Arbeit als »neue Theorie« für die der infektiösen Chlorose sehr ähnliche Mosaikkrankheit des Tabaks aufgestellt. Hunger kleidet seine Hypothese in folgende Worte: »Ich nehme an, daß das Phytotoxin der Mosaikkrankheit, welches primär durch äußere Reize produziert wird, fähig ist, beim Eindringen in normale Zellen eine physiologische Kontaktwirkung auszuüben, mit dem Erfolge, daß sich dort sekundär dasselbe Toxin bildet.[2] Mit anderen Worten, die Mosaikkrankheit des Tabaks besitzt die Fähigkeit: physiologisch autokatalytisch zu wirken.«

Daß ein Stoff denkbar ist, der auf den Chemismus bestimmter Pflanzenzellen eine derartige Wirkung ausübt, muß wohl zugegeben werden. Mit dieser Möglichkeit, wenn sie auch nicht gerade sehr wahrscheinlich ist, muß immerhin gerechnet werden.

Die zweite Hypothese ist die, daß es sich ebenfalls um ein Stoffwechselprodukt der kranken Pflanze selbst handelt, aber um ein Stoffwechselprodukt, das in gewissem Sinne die Fähigkeit des »Wachsens« besitzt. Ich nehme an, wir haben in dem Virus einen chemisch hoch organisierten Stoff vor uns. Dieser Stoff wirkt auf bestimmte Molekül-

[1] F. W. T. Hunger, Neue Theorie zur Ätiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1905. S. 415.

[2] Von mir gesperrt gedruckt.

gruppen in den embryonalen Blattzellen in analoger Weise ein, d. h. hängt sich an sie, wie nach der Ehrlichschen Theorie[1] die Toxine sich an die Seitenketten in den von ihnen vergifteten Plasmakomplexen anhängen. Von den bisher bekannten Toxinen, die damit ihre Wirksamkeit beendet haben, unterscheidet sich das hypothetische Toxin der infektiösen Chlorose nun aber dadurch, daß es imstande ist, unter gewissen Bedingungen zu »wachsen«, d. h. Stoffe, die mit ihm chemisch identisch sind, aus anderen Verbindungen abzuspalten, oder Stoffe dieser Art synthetisch neu aufzubauen. Während nun aber die ursprünglichen Toxinmoleküle in den einmal infizierten Zellen an den Seitenketten der vergifteten Plasmakomplexe festhängen, gebunden sind, sind die in dieser Weise neu entstehenden nicht gebunden, da ja in den alten infizierten Blättern, in denen allein diese Neubildung des Toxins erfolgt, die Seitenketten bereits sämtlich belegt sind. Vielleicht sind aber auch nicht deshalb keine freie Seitenketten hier vorhanden, weil sie alle mit Toxinmolekülen belegt sind, sondern aus der Tatsache, daß auch alte Blätter gesunder Pflanzen kein »Virus« binden, könnte man schließen, daß die in den embryonalen Blättern eine Zeitlang — solange sie infizierbar sind — vorhandenen freien Seitenketten auch auf andere Weise als durch die Toxinwirkung verschwinden, sowie die Blätter ein gewisses Entwickelungsstadium erreichen. Die neugebildeten Toxinmoleküle wandern daher mit anderen löslichen Stoffen in der ganzen Pflanze umher, bis sie in Zellen kommen, wo sie unbelegte Seitenketten vorfinden, d. h. bis sie in embryonale Blattzellen kommen. Ich glaube nicht, daß die Annahme von in diesem Sinne wachstumsfähigen Stoffen allzu phantastisch ist. Mir selber scheint von den beiden eben skizzierten Hypothesen die letztgenannte die einfachste zu sein, und ich glaube, daß es am zweckmäßigsten ist, zunächst mit ihr weiterzuarbeiten.

Von den bisher bekannten Tatsachen steht keine mit ihr im Widerspruch, und manche fürs erste schwer verständliche Erscheinungen werden durch sie sogar sehr gut erklärt. Dies gilt zunächst für die eigentümliche Erscheinung, daß das anfangs in der ganzen Pflanze verbreitete Virus sich in den embryonalen Blattzellen fast restlos ansammelt. Wir haben eben nur in den embryonalen Blattzellen freie Seitenketten. An diesen Seitenketten bleiben die zirkulierenden Toxinmoleküle haften, müssen hier also schließlich fast restlos angesammelt werden, hineinkommen können sie, aber nicht wieder heraus. Genau dasselbe Gebundenwerden der Toxinmoleküle in den durch sie

[1] Eine gute Übersicht über die hierhergehörenden Fragen und Tatsachen gibt Dieudonné, Immunität, Schutzimpfung und Serumtherapie. Leipzig 1905 (4. Aufl.).

gerade affizierten Gewebearten haben wir ja auch bei den sonstigen Toxinen, für die EHRLICH seine Theorie aufgestellt hat.

Andere plausible Möglichkeiten, die Erscheinungsfolge der infektiösen Chlorose zu erklären, als diese beiden eben genannten, weiß ich nicht. Da das Virus in der kranken Pflanze zunimmt, kommt nur entweder ein Organismus, oder zweitens ein Stoff von der in der ersten der obigen Hypothesen definierten Art, oder drittens ein in gewissem Sinne wachstumsfähiges Toxin, wie es in der zweiten Hypothese beschrieben ist, in Frage. Um einen Organismus kann es sich nicht handeln. Die erste der andern beiden Hypothesen ist in ihrer jetzigen Fassung viel zu wenig präzisiert, als daß man sie experimentell prüfen könnte. Im Grunde genommen sagen wir doch mit ihr nichts anderes, als es müsse ein Stoff sein, der auf die befallenen Zellen so wirkt, daß diese später genau eben denselben Stoff produzierten, und das ist nichts weiter als eine Umschreibung der bekannten Tatsachen. Auch wenn man, wie HUNGER es getan hat, das Bild gebraucht, der Stoff wirke »physiologisch autokatalytisch«, ist nicht viel damit gewonnen. Solange diese Hypothese nicht in irgendeiner Richtung weiter ausgebaut ist, kann sie als Arbeitshypothese nicht gebraucht werden. Es käme also vorläufig für unsere weiteren Untersuchungen nur die zweite Hypothese in Betracht, die man in gewissem Sinne ja auch als einen weitern Ausbau der ersten ansehen kann. Diese Hypothese wird also zunächst durch weitere Experimente zu prüfen sein.

Bisher bin ich noch gar nicht auf die Frage eingegangen, von wo das Virus in den ersten im Jahre 1868 aufgetretenen bunten Abutilon gelangt sein mag. Darüber lassen sich natürlich nur Vermutungen aussprechen. Es liegt am nächsten, anzunehmen, daß aus uns unbekannten inneren Gründen in irgendeinem Blatte dieser betreffenden Pflanze derartiges Virus »primär« entstanden sein muß. Vielleicht stammte allerdings auch dieser erste bunte Abutilon auf dem Wege der vegetativen Fortpflanzung von einer bereits bunten Mutterpflanze ab. Das wäre aber unwesentlich: irgendein Abutilon muß einmal aus anderen Gründen als durch Infektion von einem ältern Blatte aus primär bunt geworden sein.

Darüber, daß seit dem Auftauchen des *A. Thompsoni* noch ein zweites Mal irgendeine Malvacee primär infektiös chlorotisch geworden sei, ist nichts bekannt.

Vielleicht läßt sich in dieser Frage weiter kommen mit der Untersuchung von infektiösen Chlorosen bei anderen Pflanzen. Wahrscheinlich stecken in dem, was man alles als »Panaschierungen« bezeichnet, noch manche infektiöse Chlorosen und von vielen solchen verdächtigen »panaschierten« Pflanzen kennt man die Entstehungsgeschichte genau.

Ich selbst habe in der Richtung mit den Gattungen *Evonymus, Laburnum, Ligustrum, Ribes, Cydonia, Pirus, Cornus, Croton* u. a. zu experimentieren begonnen.

Schon in meiner ersten kurzen Veröffentlichung über die infektiöse Chlorose habe ich angedeutet, daß vielleicht auch die Mosaikkrankheit des Tabaks in diese Klasse von Infektionskrankheiten zu rechnen ist. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen der Mosaikkrankheit und der infektiösen Chlorose der Malvaceen ist der, daß bei der ersteren die Übertragung der Krankheit auch auf anderm Wege als dem der Pfropfung erfolgt. Es ist also wahrscheinlich das Virus der Mosaikkrankheit viel beständiger als das der infektiösen Chlorose, das ja nach den bisherigen Versuchen zu schließen nur innerhalb der lebenden Zellen der Malvaceen existieren kann.

Nach den neuesten Mitteilungen Hungers käme dazu noch ein weiterer Unterschied. Hunger vertritt die Ansicht, daß man auch ohne Infektion eine gesunde Tabakspflanze durch geeignete Behandlung veranlassen kann, primär Virus zu bilden, daß also der Vorgang, der sich bisher unseres Wissens für die infektiöse Chlorose der Malvaceen nur einmal abgespielt hat, bei der Mosaikkrankheit sich sehr häufig abspiele.

Ein prinzipieller Unterschied wäre das jedoch nicht, nur ein gradueller. Ich glaube aber auf Grund eigener Versuche vorläufig noch nicht, daß diese Ansicht Hungers richtig ist. Mir ist es bisher nicht gelungen, *gesunde* Tabakspflanzen anders als auf dem Wege der Infektion mosaikkrank zu machen. Ich betone das Wort »gesunde«, weil in einem Versuchsgarten, in dem überhaupt mosaikkranke Tabakspflanzen einige Zeit kultiviert wurden, fast alle Tabakspflanzen unbeabsichtigt infiziert sind. Die Krankheit bleibt dabei latent, wenn die Pflanzen unter Bedingungen wachsen, welche der Krankheit entgegenarbeiten, sie tritt in Erscheinung, wenn man diese scheinbar ganz gesunden Pflanzen unter die Kulturbedingungen bringt, die erfahrungsgemäß die Mosaikkrankheit begünstigen. Wenn man also nicht mit der peinlichsten Genauigkeit jede Möglichkeit ausschließt, daß die scheinbar gesunden Versuchspflanzen nicht schon *latent infiziert* sind, darf man daraus, daß eine derartige Pflanze durch geeignete Behandlung mosaikkrank wird, nicht den Schluß ziehen, daß in dieser Pflanze die Krankheit *ohne Infektion* primär aufgetreten sei.

Es ist selbstverständlich *möglich*, daß das Virus der Mosaikkrankheit bisher nicht bloß einmal, sondern häufig primär entstanden ist, aber ich halte das vorläufig noch nicht für erwiesen.

Ausgegeben am 18. Januar.

Gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.

II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. F. E. Schulze las »Beiträge zur Anatomie der Säugethierlungen«. (Ersch. später.)

Die von Miller und Oppel beschriebenen »Atrien« haben sich nicht als eigenartige Vorräume der *Sacculi alveolares* nachweisen lassen. — Aus dem Durchmesser und der Zahl der Lungenalveolen wird für mehrere Säugethiere die Grösse der gesammten respiratorischen Fläche berechnet und gefunden, dass diese nicht nur zur Körpermasse, sondern auch zur Grösse und Intensität des Stoffwechsels in Beziehung steht. — Bei allen Säugethieren kommen glattrandige kreisrunde oder ovale Löcher in den Alveolensepten vor, jedoch in sehr verschiedener Menge. Während beim Faulthier nur in wenigen Septen vereinzelte Löcher zu finden sind, treten sie beim Igel, Maulwurf und bei der Spitzmaus so reichlich auf, dass die Alveolensepta siebartig durchlöchert erscheinen. — Im Gegensatze zu den sehr engen Blutcapillarnetzen der Alveolensepta erscheinen die Capillarnetze der Alveolenwände, welche an die Pleura, die Bronchien, die gröberen Blutgefässe und an die bindegewebigen Scheidewände der Lungenlappen anstossen, erheblich weitmaschiger.

2. Hr. Schottky machte zu seiner Mittheilung im Sitzungsbericht vom 27. October 1904 »Über den Picard'schen Satz und die Borel'schen Ungleichungen« den umstehend folgenden Zusatz.

Es wird die Natur einer Hülfsfunction erörtert, die in der erwähnten Arbeit auftritt.

3. Hr. F. E. Schulze überreichte die von den HH. H. Stichel (Hagen) und Riffarth (Berlin) als 22. Lieferung des »Tierreich« bearbeitete Darstellung der Schmetterlingsfamilie der *Heliconiidae* sowie den von Hrn. Prof. L. von Graff bearbeiteten ersten Theil der *Turbellaria*, die *Acoela* umfassend, welcher die 23. Lieferung des »Tierreich« ausmacht. Derselbe überreichte ferner seine Arbeit »Über die Xenophyophoren, eine besondere Gruppe der Rhizopoden«. Diese mit 8 Tafeln ausgestattete Monographie ist in dem XI. Bande der »Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer 'Valdivia' 1898—1899« enthalten.

4. Hr. Engelmann überreichte im Auftrage des Herausgebers Hrn. Prof. R. Fick in Prag den 4. Band der Gesammelten Schriften von Adolf Fick: Vermischte Schriften einschliesslich des Nachlasses. Würzburg 1905.

Bemerkung zu meiner Mittheilung: Über den PICARD-schen Satz und die BOREL'schen Ungleichungen.

(Sitzungsberichte 1904. XLII.)

Von F. SCHOTTKY.

In einem der Sätze, die in dieser Arbeit aufgestellt waren, tritt der Factor n auf, definirt als der kleinste unter den drei absoluten Werthen der Ausdrücke:

$$\log\left(\frac{z_0-b}{z_0-c}\cdot\frac{a-c}{a-b}\right),\quad \log\left(\frac{z_0-c}{z_0-a}\cdot\frac{b-a}{b-c}\right),\quad \log\left(\frac{z_0-a}{z_0-b}\cdot\frac{c-b}{c-a}\right).$$

Das Zeichen »log« bedeutet hierbei den reducirten Logarithmus, dessen zweite Coordinate kleiner oder gleich π, aber größer als $-\pi$ ist; a, b, c sind drei verschiedene Constanten, z_0 der Werth der Function z im Mittelpunkte x_0.

Der Werth von n ist hiermit zwar bestimmt durch den von z_0. Um aber sagen zu können, dass n analytisch definirt sei als Function der beiden Coordinaten von z_0, muss man z_0 als Veränderliche auffassen und für jeden der drei aufgestellten Ausdrücke angeben, in welchem Theile der z_0-Ebene er unter allen dreien den kleinsten absoluten Werth hat. Man könnte zunächst vermuthen, dass die Curven, in denen die drei Gebiete sich gegenseitig abgrenzen, transcendente seien. Dies ist jedoch nicht der Fall. Von den drei Ausdrücken hat der erste, zweite oder dritte den kleinsten absoluten Werth, je nachdem in der Identität

$$(z_0-a)(b-c)+(z_0-b)(c-a)+(z_0-c)(a-b)=0$$

das erste, zweite oder dritte Glied absolut genommen das kleinste ist. Es sind demnach drei Kreisbogen, die die Begrenzung der drei Gebiete bilden; sie treffen in den Endpunkten unter einem Winkel von 120° zusammen.

So einfach dies ist, ist doch ein Beweis nöthig, dass hiermit die Grenzen der Gebiete richtig angegeben sind. Statt a, b, c können wir die speciellen Werthe 1, 0 und ∞ nehmen; die Veränderliche z_0

bezeichnen wir mit u. Zu zeigen ist demnach, dass $|\log(u)|$ dann und nur dann der kleinste unter den drei Werthen

$$|\log(u)|, \quad \left|\log\left(\frac{1}{1-u}\right)\right|, \quad \left|\log\left(1-\frac{1}{u}\right)\right|$$

ist, wenn $|1-u|$ der kleinste unter den drei Werthen $|1-u|$, $|u|$ und 1 ist.

Vorauszuschicken ist, dass zwar $\log(u)$ eine unstetige Function ist, der absolute Betrag davon aber eine stetige, auch beim Durchgang durch die negative Abscissenlinie. Für $u=0$ und $u=\infty$ wird allerdings $|\log(u)|$ unendlich gross; aber der reciproke Werth nähert sich stetig dem Werthe 0 bei der Annäherung an diese Punkte. Es ist ferner ausnahmslos:

$$\left|\log\left(\frac{1}{u}\right)\right| = |\log(u)|,$$

und auch, wenn u und u' conjugirte complexe Grössen bedeuten, $|\log(u')| = |\log(u)|$. In allen diesen Beziehungen verhält sich $|\log(u)|$ so, wie z. B. $\left|u+\frac{1}{u}\right|$.

Das Gebiet G, in welchem

$$|1-u|<|u| \text{ und } <1$$

ist, wird begrenzt durch einen Kreisbogen und die zugehörige Sehne. Der Bogen ist ein Theil des Kreises, der um den Punkt 1 mit dem Radius 1 beschrieben ist; seine Länge ist $\frac{4\pi}{3}$; seine Endpunkte sind die Wurzeln der Gleichung $u^2-u+1=0$, und die Mitte des Bogens ist der Punkt $u=2$. Längs der Sehne ist der reelle Theil von u gleich $\frac{1}{2}$, so dass hier u und $1-u$ conjugirte complexe Grössen sind.

Um zunächst zu zeigen, dass in dem Gebiete G durchweg $|\log(u)| < \left|\log\left(\frac{1}{1-u}\right)\right|$ ist, betrachten wir den Quotienten

$$\frac{\log(u)}{\log\left(\frac{1}{1-u}\right)} = F(u).$$

Diese Function ist unstetig längs der beiden Abschnitte der Abscissenlinie von 0 bis $-\infty$ und von 1 bis ∞, von denen die letztere Strecke, von $u=1$ bis $u=2$, in das Gebiet G hineinragt. An jeder anderen Stelle hat $F(u)$ regulären Charakter. Der absolute Betrag von $F(u)$ dagegen ist endlich und stetig in jedem endlichen Gebiete, das den Nullpunkt nicht enthält — also jedenfalls im Gebiete G und

darüber hinaus. Folglich muss $|F(u)|$ im Gebiete G einen Maximalwerth haben, der entweder an der Grenze oder auf der Strecke von 1 bis 2 erreicht wird.

Auf der Strecke 1 bis 2 ist $\log(u)$ reell, positiv und $< \log(2)$, $\log\left(\frac{1}{1-u}\right)$ dagegen imaginär und absolut genommen grösser als π, da der imaginäre Theil gleich πi ist. Folglich ist längs dieser Strecke $|F(u)|$ kleiner als 1.

Längs der Sehne sind u und $1-u$ conjugirte Werthe und daher:

$$|\log(u)| = |\log(1-u)| = \left|\log\left(\frac{1}{1-u}\right)\right|,$$

längs der Sehne ist also $|F(u)|$ gleich 1.

Für die Punkte des Bogens kann man setzen:

$$\log\left(\frac{1}{1-u}\right) = i\phi;$$

dabei variirt ϕ zwischen π und $\frac{\pi}{3}$ auf der einen, zwischen $-\pi$ und $\frac{-\pi}{3}$ auf der andern Hälfte.

Beschränken wir uns auf die eine Hälfte, so haben wir:

$$\phi = \pi - 2\omega, \quad 0 < \omega < \frac{\pi}{3};$$

$$\log\left(\frac{1}{1-u}\right) = i(\pi - 2\omega), \quad 1 - u = -e^{2i\omega},$$

$$u = e^{i\omega}\cdot 2\cos(\omega), \quad \log(u) = i\omega + \log(2\cos(\omega)).$$

Es ist daher, wenn wir zur Abkürzung die positive Grösse $\log(2\cos(\omega))$ mit $f(\omega)$ bezeichnen:

$$|F(u)|^2 = \frac{\omega^2 + (f(\omega))^2}{(\pi - 2\omega)^2},$$

$$1 - |F(u)|^2 = \frac{(\pi-\omega)(\pi-3\omega) - (f(\omega))^2}{(\pi-2\omega)^2}$$

und mithin hat $1 - |F(u)|$ dasselbe Vorzeichen wie:

$$g(\omega) = \sqrt{(\pi-\omega)(\pi-3\omega)} - f(\omega).$$

Es ist aber:

$$g'(\omega) = tg(\omega) - \frac{2\pi - 3\omega}{\sqrt{(\pi-\omega)(\pi-3\omega)}}.$$

und. für $0 < \omega < \frac{\pi}{3}$:

$$tg(\omega) < \sqrt{3} \cdot \frac{2\pi - 3\omega}{\sqrt{(\pi - \omega)(\pi - 3\omega)}} > \sqrt{3}\,.$$

Denn es ist:

$$(2\pi - 3\omega)^2 = 3(\pi - \omega)(\pi - 3\omega) + \pi^2.$$

Hiernach ist $g'(\omega)$ negativ und $g(\omega)$ wächst mit abnehmendem Argument. Da $g(\omega) = 0$ ist für $\omega = \frac{\pi}{3}$, so ist $g(\omega)$ positiv für die kleineren Werthe. Es ergiebt sich wieder: $|F(u)| \leq 1$.

Dasselbe gilt für die andere Hälfte des Bogens, da zu conjugirten Werthen von u derselbe Werth von $|F(u)|$ gehört.

Da demnach weder auf der Grenze von G, noch auf der Strecke von 1 bis 2 $|F(u)|$ den Werth 1 übersteigt, so ist im Innern überall: $|F(u)| < 1$. Das heisst, es ist:

$$|\log(u)| \leq \left|\log\left(\frac{1}{1-u}\right)\right| \text{ für } |u-1| \leq 1, \quad |u-1| \leq |u|.$$

Ersetzt man u durch $\frac{1}{u}$, so folgt, dass genau unter denselben Bedingungen für u:

$$|\log(u)| \leq \left|\log\left(1 - \frac{1}{u}\right)\right|$$

ist. Im Gebiete G ist demnach $|\log(u)|$ der kleinste von den drei Werthen $|\log(u)|$, $\left|\log\left(\frac{1}{1-u}\right)\right|$ und $\left|\log\left(1-\frac{1}{u}\right)\right|$.

Ersetzen wir u durch $\frac{1}{1-u}$ oder $1-\frac{1}{u}$, so erhalten wir ein zweites Gebiet

$$|u| \leq 1, \quad |u| \leq |1-u|,$$

in dem der zweite Werth, und ein drittes:

$$|u| \geq 1, \quad |u-1| \geq 1,$$

in dem der letzte der kleinste ist. Alle drei Gebiete erfüllen zusammen die ganze Ebene. Dadurch ist der Satz, um den es sich handelte, bewiesen.

Hr. VIVANTI erwähnt meine Arbeit über den PICARD'schen Satz in seinem Buche: »Theorie der eindeutigen analytischen Funktionen« (S. 293. Anm.) und fügt hinzu: »Nach Aussage des Verfassers ist sein Beweis grösstentheils nur eine Umformung des BOREL'schen«. Dem gegenüber habe ich zu bemerken, dass durch die Äusserung, auf die

Hr. Vivanti hinweist, der Inhalt meiner Arbeit keineswegs erschöpfend charakterisirt wird. Das Thema meiner Arbeit ist der Beweis des allgemeinen Picard'schen Satzes (vergl. die Inhaltsangabe auf S. 1243 und den Wortlaut des Satzes auf S. 1258 der Sitzungsberichte von 1904). Bekanntlich hat Hr. Borel nicht dieses für die ganze Analysis fundamentale Theorem bewiesen; sein Beweis bezieht sich nur auf den speciellen Fall der ganzen transcendenten Functionen. Das Problem, den allgemeinen Satz direct zu beweisen, ist vor zehn Jahren von Hrn. Picard gestellt in unmittelbarem Anschluss an die Borel'sche Mittheilung[1], und die Vermuthung, die Hr. Picard ausspricht: »dass in diesem Falle eine Analyse von der Art derjenigen des Hrn. Borel nicht ausreichen werde, um zum Beweise zu gelangen«, wird durch meine Arbeit bestätigt. Denn zu den grundlegenden Borel'schen Gedanken, deren Wichtigkeit sich auch durch meine Untersuchung auf's Neue ergiebt, muss in § 3 zum Beweise des allgemeinen Satzes eine zweite Kette von Schlüssen hinzutreten.

[1] Remarques sur la communication précédente de M. Borel. Par M. Émile Picard. Comptes rendus 1896, p. 1048.

Ausgegeben am 25. Januar.

1906.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Stumpf las über die Eintheilung der Wissenschaften. (Erscheint später.)

Um den wesentlichen Eigenthümlichkeiten bestimmter Wissenschaften, wie der Psychologie, der Geschichte, der Mathematik, gerecht zu werden, muss man statt Eines Princips eine Mehrheit sich kreuzender Eintheilungsgründe benutzen, deren jeder die Mannigfaltigkeit des Wissenschaftssystems von einem besonderen Gesichtspunkt aus beleuchtet.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte eine Mittheilung vor: »Das Panionion«.

Das Centralheiligthum des Bundes der ionischen zwölf Städte ist nicht älter als der Anfang des 7. Jahrhunderts, folglich gehört auch der Bund nicht in die Urzeit, sondern ist unter dem Drucke der Lydergefahr geschlossen.

3. Hr. Dilthey legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Groethuysen in Berlin vor: »Ein Brief Kant's«. (Ersch. später.)

Der von dem Verfasser in Paris aufgefundene Brief Kant's an Lindner aus dem Jahre 1759 betrifft den Streit über den Optimismus.

4. Es wird vorgelegt: Deutsche Texte des Mittelalters, hrsg. von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd. III: Johanns von Würzburg Wilhelm von Österreich, hrsg. von E. Regel. Bd. VI: Das Leben der Schwestern zu Töss, beschrieben von Elsbet Stagel, hrsg. von F. Vetter. Berlin 1906.

Panionion.

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

Vitruv IV 1 erzählt über die Entstehung der dorischen Säule folgende Geschichte. Ion, der Sohn des Apollon und der Kreusa, zieht nach Karien, gründet die ionischen Städte, und als man dem Apollon Panionios einen Tempel bauen will, wie er ihn in Achaia gehabt hatte, kommt man auf die kanonischen Verhältnisse der dorischen Säule. Als die ionischen Städte, die Ion gründet, werden nicht bloß die bekannten zwölf aufgeführt, sondern hinter ihnen eine dreizehnte, Melite. *Haec Melite propter civium adrogantiam ab his civitatibus bello indicto communi consilio est sublata, cuius loco postea regis Attali et Arsinoes beneficio Zmyrnaeorum civitas inter Ionas est recepta.* Der merkwürdige Bericht bezeichnet Myus als aufgegangen in Milet: das war es am Anfange des zweiten Jahrhunderts[1] noch nicht. Der Apollon Panionios statt des Poseidon[2] ist wohl eine Flüchtigkeit Vitruvs. Ebenso ist anerkannt, daß der König Attalos fälschlich genannt ist. Neben Arsinoe fordert man Lysimachos, der so vielfach in die Verhältnisse Ioniens eingegriffen hat und als Gründer Smyrnas diese Bestimmung treffen mußte. Falsch wird auch der Name der Stadt Melite angegeben, denn bei Stephanus steht Μελία πόλις Καρίας. Ἑκαταῖος γενεαλογιῶν Δ΄. ὁ πολίτης Μελιεύς. Damit war solange wenig anzufangen, als dies die einzigen Zeugnisse waren. Nun sind aber zwei Urkunden hinzugekommen, die

---

[1] Philipp V. hat es im Jahre 201 auf seinem Plünderungszuge von Karien her den Magneten geschenkt (Polyb. 16. 24); diese haben es eine Weile noch unter den Römern behauptet (Inschr. von Magnesia 93); aber Strabon 636 und dann Pausanias und Plinius kennen es als milesisch.

[2] Ἀπόλλων Πανιώνιος erscheint in einer attischen Inschrift IG. III 175, aber hinter Κλάριος in einer Reihe von Ἐπικλήσεις. Man könnte freilich denken, daß Milet den Apoll der Branchiden zum panionischen hätte machen wollen; aber von dem wissen wir genug, um zu versichern, daß so etwas nicht geschehen ist.

wenigstens die Hauptsache feststellen und dann weitere Schlüsse von großer Tragweite gestatten.

Das eine ist ein Brief des Königs Lysimachos an die Samier aus den letzten Jahren seiner Regierung, der zwar schon im CIG. steht, kopiert von einem Steine, der seit Jahrhunderten in Oxford ist, aber dennoch nicht einmal vollständig gelesen war.[1] Da der Stein in Samos aufgestellt war, sind die Samier mit der Entscheidung des Königs zufrieden gewesen. Das bestätigt sich auch in dem Eingange seines Schreibens, in dem er sagt, er würde die Appellation der Prieneer gar nicht angenommen haben, wenn er hinreichend darüber informiert gewesen wäre, daß die Samier das fragliche Gebiet seit so langer Zeit inne hätten; nun wären die Gesandten beider Parteien einmal zur Stelle gewesen, da hätte er die Untersuchung führen müssen. Es folgen die Darlegungen von Priene und von Samos; die letzteren sind zum großen Teile verloren, die Entscheidung des Königs ganz; allein es kann an ihr kein Zweifel sein. Die Prieneer haben auch später das fragliche Gebiet, die Feldmark, die nach einer verschollenen Ortschaft Batinetos hieß, niemals wieder besessen noch beansprucht.[2] Sie hatten nur gedacht, da der König ihnen vorher gegen Magnesia[3] günstigen Bescheid gegeben hatte, bei ihm auch mit dieser Revindikation durchzukommen; aber die Untersuchung, die der König anordnete, hatte den entgegengesetzten Erfolg. Was von den Ausführungen beider Parteien erhalten ist, muß ich mitteilen:

---

[1] Boeckh CIG. 2254 nach Chandler. Hicks, *Greek historical Inscriptions* 152 nach eigner sehr fördernder Abschrift. Dittenberger, Inscr. Orient. 13. Ich habe im Apparate der Akademie einen Abklatsch der ersten 15 Zeilen und eine kleine, aber scharfe Photographie zur Verfügung gehabt. Eine größere, die ich durch Hillers Vermittelung eben noch erhalten habe, ist verschwommen. Der Stein ist rechts vollständig, aber abgerieben. Ich zweifle nicht, daß sich mit viel Geduld alles vor dem Originale feststellen läßt; das wird meinen Text hier und da ändern, aber nicht den Sinn.

[2] Dittenberger sagt zwar, daß das Streitobjekt des folgenden Schiedsspruches, Karion und Dryussa, zur batinetischen Flur gehört hätten, allein das ist mit den Angaben der Rhodier schlechthin unvereinbar. Dort haben die Samier Z. 45 die Batinetis im Eingange ihrer Darlegung erwähnt, offenbar um durch jenen Erfolg ein Präjudiz zu schaffen, und Z. 102 verweisen sie auf diese früher ausgetragenen Händel. Die Prieneer berichten Z. 123 ebenfalls von dem Streite um die Batinetis vor Lysimachos (dessen Zeit hierdurch genauer bestimmt wird), aber nur um darzulegen, daß Samos damals auf das jetzige Streitobjekt keinen Anspruch erhob, sondern in dem Schreiben an Lysimachos sich des Ausdruckes bediente, ΠΡΙΗΝΕῖΣ ἜΧΟΝΤΙ ΤᾺΝ ΑὙΤῶΝ ΧΏΡΑΝ, was eben dieses Streitobjekt einschloß, die Batinetis nicht.

[3] Inscript. in the British Museum III. cccci. ccccii. ccccx; in der künftigen Ausgabe der Inschriften von Priene 14. 15. 16.

ΟΙ ΜΈΝ ΟΥ͂Ν ΠΡΙΗΝΕΙ͂Ϲ ΤΗΜ ΜΕΝ ΕΞ ΑΡΧΗϹ ΓΕΓΕΝΗΜΕΝΗΝ ΑΥΤΟΙ͂Ϲ
ΚΤΗϹΙΝ ΤΗϹ ΒΑΤΙΝΗΤΙΔΟϹ ΧΩΡΑϹ ΕΠΕΔΕΙΚΝΥΟΝ ΕΚ ΤΕ ΤΩΝ ἹϹΤΟΡΙΩΝ ΚΑῚ
ΤΩΝ ΑΛΛΩΝ ΜΑΡΤΥΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΜ ΜΕΤΑ ΤΩΝ ΕΞΕΤΩΝ ϹΠΟΝΔΩΝ
ΥϹΤΕΡΟΝ ΔΕ ϹΥΝΩΜΟΛΟΓΟΥΝ ΛΥΓΔΑΜΕΩϹ ΕΠΕΛΘΟΝΤΟϹ ΕΠΙ ΤΗΝ ἸΩΝΙ-
ΑΝ ΜΕΤΑ ΔΥΝΑΜΕΩϹ ΤΟΥϹ ΤΕ ΛΟΙΠΟΥϹ ΕΓΛΙΠΕΙ͂Ν ΤῊΝ ΧΩΡΑΝ ΚΑῚ ϹΑΜΙ-
ΟΥϹ ΕἸϹ ΤΗΝ ΝΗϹΟΝ ΑΠΟΧΩΡΗ͂ϹΑΙ· ΤΟΝ ΔΕ ΛΥΓΔΑΜΙΝ ΚΑΤΑϹΧΌΝΤΑ . . .
ΕΤΗ ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ ΠΑΛΙΝ ΑΠΟΔΙΔΟΝΑΙ ΤΑϹ ΑΥ̓ΤᾺϹ ΚΤΗϹΕΙϹ. ΤΟΥϹ ΔΕ ΠΡΙΗ-
ΝΕΑϹ ΥΠΟϹΤΡΕΥΑΙ· ϹΑΜΙΩΝ ΔΕ ΟΥΘΕΝΑ ΠΑΡΑΓΕΝΕϹΘΑΙ ΠΑΡΑΠΑΝ ΤΟ-
ΤΕ, ΠΛῊΝ ΕἼ ΤΙϹ ΕΤΥΓΧΑΝΕΝ ΠΑΡ᾽ ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ ΠΑΡΟΙΚΩΝ· ΤΟΥΤΟΝ ΔΕ ΤΩΝ
ἈΓΡΩ͂Ν ΤΟ ΓΙΓΝΟΜΕΝΟΝ ΠΡΟϹΕΝΕΓΚΑϹΘΑΙ ΠΡΙΗΝΕΥ͂ϹΙΝ· ὙΠΟϹΤΡΕΥΑΝ-
ΤΑϹ ΔΕ ΥϹΤΕΡΟΝ ΜΕΤᾺ ΒΙΑϹ ϹΑΜΙΟΥϹ ΠΑΡΕΛΕϹΘΑΙ ΤΗΝ ΧΩΡΑΝ ΑΥ̓ΤΩΝ·
ΠΕΜΦΘΗ͂ΝΑΙ ΟΥ͂Ν ΠΑΡΑ ΠΡΙΗΝΕΩΝ ΒΙΑΝΤΑ ΠΕΡῚ ΔΙΑΛΥϹΕΩΝ ΤΟΙ͂Ϲ ϹΑΜΙΟΙϹ
ΠΡΕϹΒΕΥΤΉΝ· ΤΟΝ ΔΕ ΔΙΑΛΥ͂ϹΑ ΤΕ ΤΑϹ ΠΟΛΕΙϹ ΚΑῚ ΤΟῪϹ ΟἸΚΟΥ͂ΝΤΑϹ Ἀ-
ΠΟΧΩΡΗ͂ϹΑΙ ΤΗ͂Ϲ ΒΑΤΙΝΗΤΊΔΟϹ ΧΏΡΑϹ· ΠΡΟΤΕΡΟΜ ΜΕΝ ΟΥ͂Ν ΕΦΑϹΑΝ
ΤΑ ΠΡΆΓΜΑΤΑ ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ ΜΕΝΕΙΝ ΕΝ ΤΟΎΤΟΙϹ ΚΑῚ ΜΕΧΡΙ ΤΟΥ͂ ΕϹΧΑΤΟΥ ΧΡΟ-
ΝΟΥ ΚΡΑΤΕΙ͂Ν ΤΗ͂Ϲ ΧΏΡΑϹ. ΝΥ͂Ν ΔΕ ΗΞΙΟΥΝ ἩΜΑϹ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞ ἈΡΧΗ͂Ϲ ΚΤΗ͂-
ϹΙΝ ἈΠΟΔΟΥ͂ΝΑΙ ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ ΤΗΝ ΧΩΡΑΝ. ΟἹ ΔΕ ΠΑΡ᾽ ὙΜΩ͂Ν ἈΠΟϹΤΑΛΕΝΤΕϹ
ΠΡΕϹΒΕΙϹ ΤΗΝ ΚΤΗ͂ϹΙΝ ΤῊΝ ΓΕΓΕΝΗΜΕΝΗΝ ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ ΤΗϹ ΒΑΤΙΝΗΤΊΔΟϹ
ΧΏΡΑϹ ΕΦΑϹΑΝ ΕΚ ΠΡΟΓΟΝΩΝ ΠΑΡΕΙΛΗΦΕΝΑΙ· ΜΕΤΑ ΔΕ ΤΗΝ ΛΥΓΔΆΜΙΕΩϹ
ΕἸϹΒΟΛῊΝ ἘΓΛΙΠΕΙ͂Ν ϹΥΝΩΜΟΛΌΓΟΥΝ ὭϹΠΕΡ ΚΑῚ ΟἹ ΛΟΙΠΟῚ ΚΑῚ ΑΥ̓ΤΟῚ
ΤῊΝ ΧΏΡΑΝ, ἈΠΟΧΩΡΗ͂ϹΑΙ ΔῈ ΕἸϹ ΤῊΝ ΝΗ͂ϹΟΝ. ΥϹΤΕΡΟΝ ΔῈ . . . . .
- - - ΟἸΚΕΙ͂Ν ΧΙΛΙΟΥϹ . . . . . .

11—13 im wesentlichen ergänzt von Böckh. ΜΕΤΆ Hicks, ganz sicher, obwohl sprachlich seltsam. 14 ΥϹΤΕΡΟΝ Wilhelm. 14—18 der Grund von Hicks gelegt: es scheint wirklich eine Jahrsumme genannt gewesen zu sein, denn ein anderes Objekt als ΚΤΗ͂ϹΕΙϹ ist zu ΚΑΤΑϹΧΌΝΤΑ nicht zu denken, da ΑΥ̓ΤΟΙ͂Ϲ notwendig ist und für den Satz enklitisch etwas haben muß, woran es sich lehne, während ΚΑΤΑϹΧΌΝΤΑ stilistisch einen Zusatz fordert. 15 gibt Hicks ΑΥΤ hinter ΧΏΡΑΝ: das kann ich nicht sehen und glaube nicht daran. ΠΑΡΆΠΑΝ Dittenberger, der 20 erklärt und das Wesentliche ergänzt hat. 21 ὙΠΟϹΤΡΑΦΈΝΤΑϹ ΔῈ ΤΟῪϹ ΕΚΠΕϹΌΝΤΑϹ ϹΑΜΊΟΥϹ Dittenberger, wo der Akkusativ ϹΑΜΙΟΥϹ unerträglich ist, dazwischen lag auch eine lange Zeit, und der Krieg war anzudeuten. 22. 23 im wesentlichen Böckh. ΟΙΚΟΥΝ gibt Chandler. 24 am Ende ΜΕΝΟϹΤΙϹ Chandler, sicher falsch. 27—31 Hicks. Danach war von 1000 samischen Kleruchen die Rede, wie Michel gesehen hat: Ergänzung wäre Spiel.

Für die Erklärung ist gleich noch etwas hinzuzunehmen, was Aristoteles in der Politie der Samier, also aus einer Chronik dieser Stadt, berichtet.[1] Danach haben die Samier und Prieneer lange Krieg geführt: die Prieneer haben in einer großen Schlacht 1000 Samier erschlagen, sind aber im siebenten Jahre danach von den Milesiern

[1] Aristoteles bei Zenobius VI 12 und Plutarch *Quaest. Graec.* 20. Priene hat keinen Lokalschriftsteller gehabt.

bei Drys aufs Haupt geschlagen. Bias ist als Gesandter nach Samos gegangen und hat sich große Anerkennung verdient. Die Milesier können nur Bundesgenossen der Samier gewesen sein: diese schreiben sich vor den Rhodiern selbst den Sieg zu. Die Ereignisse sind danach so verlaufen. Erst gab es eine ἐξ ἀρχῆς κτῆσις, über die beide Parteien verschiedenes angeben: das wird gestört durch die Invasion des Lygdamis. In dem hat Lenschau[1] treffend den Führer der Kimmerier erkannt, der gegen die Mitte des 7. Jahrhunderts Magnesia zerstörte und den Tempel von Ephesos verbrannte.[2] Als der nach kurzem Aufenthalt abzog, trat rechtlich der alte Besitzstand ein, was die Prieneer etwas naiv so ausdrücken, daß der Barbar selbst die Eroberungen an die alten Besitzer zurückgegeben hätte. Aber damals sind noch keine Samier in das batinetische Land zurückgekommen, oder doch höchstens als πάροικοι, die es immer in Priene sehr viel gab. Danach erst kamen die Samier, und jener Krieg erfolgte, den Bias schlichtete. Indessen gehen die Prieneer über seinen Vertrag rasch hinweg, während sie in der Lage waren, die notwendig ihnen günstigen ἑξέτεις σπονδαί aufzuweisen, die nach dem großen Siege geschlossen waren, wie die Vergleichung mit Aristoteles lehrt. Die Samier wollen natürlich gleich zurückgekommen sein: ihre tausend Kleruchen sind identisch mit den tausend, die angeblich von Priene erschlagen wurden, d. h. als Kleruchen nicht mehr existierten. Damit haben die Samier ohne Zweifel recht behalten und gehabt, daß sie die batinetische Flur fortan besaßen; das muß auch von Bias zugestanden sein.

Die zweite Urkunde ist der Schiedsspruch der Rhodier[3] über einen Handel zwischen Priene und Samos, der sich auf das Kastell Karion und die Landschaft Dryussa bezieht, die offenbar nach jener Drys heißt, bei der die Entscheidungsschlacht zu den Zeiten des Bias geschlagen war. Über die Zeit des Spruches kann ich nur sagen, daß er vor das Eingreifen der Römer fallen muß, aber unter Antiochos Megas.[4] Wir erfahren hier über die Zeiten des Bias nicht wesentlich mehr, außer daß die Samier die damaligen Abmachungen vorzulegen imstande sind (wohl sicher aus den Historikern, nicht das alte Doku-

[1] In der sehr tüchtigen Dissertation *De rebus Prienensium*, Leipziger Studien XII, die viel über diese Dinge zusammengetragen und verarbeitet hat. Es ist aber immer notwendig, eine solche Untersuchung von Grund aus neu zu führen.

[2] Busolt, Gr. Gesch. II 463.

[3] Inscriptions in the British Museum III N. CCCIII. In der Sammlung der Inschriften von Priene, die Hiller von Gaertringen bearbeitet, wird es N. 37 sein. Ich lese die Korrektur und bin dadurch auf diese Entdeckung geführt, die vorgelegt sein muß, ehe die Geschichte Prienes geschrieben werden kann. Auf den Text aber gehe ich nur ein, soweit es unvermeidlich ist.

[4] Vgl. die Beilage 1.

ment selbst): damals ward die Grenze berichtigt ὡς ὑδάτων ῥοαί. Auch die Zeit dieser Abmachung scheint auf das Jahr bekannt gewesen zu sein.[1] Aber die Hauptsache ist die Angabe über die Zeit, die von Lysimachos als die ἐξ ἀρχῆς κτῆσις bezeichnet war. Das ist vor diesem Schiedsgerichte genau dargelegt worden auf Grund alter Chroniken von Ephesos, Chios (hier nur Theopomp), Samos[2] und Milet.[3] Die Landverteilung ist erfolgt nach dem Μελιακὸς πόλεμος durch das κοινὸν τῶν Ἰώνων, das die ganze Μελιακὴ γῆ aufteilte. Damals haben die Prieneer Karion und Dryussa erhalten, die Samier Pygela; denn die Angabe des Maiandrios von Milet wird verworfen, die im Widerspruch zu allen anderen Karion und Dryussa den Samiern zusprach. Bei Maiandrios stand noch etwas über den Besitz der Milesier, die etwas abtraten und Theben und Marathesion erhielten, und den der Kolophonier, die Anaia abtraten; mehr ist nicht erhalten und dieses auch mehrdeutig.[4] Aber auch was sich erkennen läßt ist wahrlich merk-

---

[1] Z. 124 heißt es nach einer Lücke, in der der Stephanephor Makareus von Priene mit Sicherheit ergänzt ist ἐκτῆσθαι μὲν Καρίου ἔτη διακόσια καὶ [.]κοντα κατασχόντας, κατελθεῖν δὲ ἐπὶ στεφανηφόρου Λύκου, ὅς ἐστι ἀπὸ Μακαρέως τέταρτος (nur die Zahl von mir eingesetzt, das andere von Hiller geordnet). Das geht etwa von 300 rückwärts.

[2] Da gibt es drei ältere vor Duris, darunter Εὐάγων. Da erhalten wir die echte Form des Namens, der überall sonst entstellt ist. *Certamen Hom. et Hes.* I ΕΥ.ΑΙΩΝ, wo Γ radiert sein wird. Photios ΝΗΙΣ ΕΥΓΑΙΑΝ. Suidas Αἴσωπος Εὐγείτων. Dionys *de Thuc.* 5 ΕΥΓΕΩΝ. Das sind keine zufällig zusammenstimmenden Fehler und bei Theognost. S. 29, 5 schreibt Herodian Εὐγαίων vor. Also ist eine einmalige alte Korruptel anzunehmen, so daß Γ zu Ι verlesen war und Γ als Korrektur dazu gesetzt, was aber an falscher Stelle eindrang. Das Certamen zeigt noch den Übergangszustand. Die Korruptel muß in einem maßgebenden alexandrinischen Buche erfolgt sein.

[3] Maiandrios wird hier verworfen, weil viele sein Buch für ψευδεπίγραφος erklären. Danach müßte ein echtes daneben bestanden haben oder doch er eine Person gewesen sein, auf deren Namen man gern fälschte. Beides ist mißlich. Maiandrios wird häufiger zitiert als irgend ein anderer Chronist von Milet, ohne jede Reserve. Übrigens ist die Beanstandung in dem Falle von Priene schlecht begründet: es würde nur anzunehmen sein, daß Maiandrios den Zustand seiner Zeit in die alte zurückwarf. In der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts haben die Samier ohne Zweifel Karion, die Ephesier Pygela besessen. Es könnte seltsam scheinen, daß das Gericht kein anderes milesisches Werk zu Rate zog, auch nicht Hekataios; allein die Parteien waren beide den Milesiern abgeneigt, und das Gericht tagte in Ephesos. Mindestens auf einen Teil der Historiker hatten sich die Prieneer schon vor Lysimachos berufen.

[4] 54—59 schreibt Hiller ἐπέδειξ[α]ν [τ]ὸν ἐν ταῖς Μαιανδρίου τοῦ Μιλησίου ἱστο[ρ]ίαις κατακε[χωρισμένον], διότι καὶ ἁ λοιπὰ χώρα ἁ Μελιὰς ὑπὸ Ἰώνων κοινοῦ αὐτοῖς ἐ[δ]όθη μετὰ τὸν πόλεμον τὸν Με[λ]ιακόν, ἐφ' ὧι νέμεσθαι αὐτάς . . . . παρὰ μὲν Μιλησίων Αι-- καὶ ἐπὶ [τ]οῖς αὐτοῖς Θήβας [κ]αὶ Μ[α]ραθήσιον, καθὼ[ς] καὶ τὸ Ἰώνων κοι[ν]ὸν ὑπὲρ αὐ[τ]ῶν ἔκρινε [ἐ]ν Πανιωνίοις [ἐ]ν συλλόγωι, παρὰ δὲ Κολοφωνίων Ἄναια. Daran ist sehr viel gefällig; aber παρά kann nur von denen gesagt werden, die etwas abgeben. Also hatten die Milesier das unbekannte Αι--, die Kolophonier Anaia, traten dies ab, und die Milesier erhielten dafür (δοθῆναι δὲ τοῖς αὐτοῖς oder ähnlich) Theben und Marathesion, die also nicht zur Melias gehörten, wie bei Theben selbstverständlich ist. Es bleibt auch so dabei, daß die Μελιάς zuerst unter die Ἴωνες aufgeteilt worden ist.

würdig genug. Im 8. Jahrhundert hat nördlich von der Mykale, auf deren Vorbergen das »karische Kastell« noch jetzt zu sehen ist[1], eine ionische Stadt gelegen, deren Gebiet noch Pygela[2], dicht bei dem damaligen griechischen Ephesos oder Koressos, umfaßte. Sie hieß mit hellenischen Namen Melia, nach einer Esche, wie später eine ihrer Fluren ΔΡΥΟΥΣΣΑ nach einer Eiche.[3] Für jene Zeit war das in der Tat ein gewaltiges Gebiet. Daher haben sich die Ionier zusammengetan und Melia vernichtet, sein Gebiet aber unter sich aufgeteilt. Das ist geschehen vor dem großen Zuge der Treren, unbestimmt wie lange, also spätestens um 680: allzuweit darüber hinaus wird nicht leicht jemand gehen. Wenn auch keine authentischen Aufzeichnungen über die Verteilung mehr bestanden, so bildete sie doch dauernd die rechtliche Grundlage für den Landbesitz der einzelnen Städte, und es ist merkwürdig genug, daß das ferne Kolophon einen Platz an dieser Küste hat. Natürlich mußte der Trerenzug starke Veränderungen hervorrufen, die dann als solche nicht notiert werden, weil man nur über die Besitzverhältnisse der unmittelbar darauf folgenden Zeit etwas sicheres wußte. So erklärt es sich, daß Magnesia und Ephesos, obwohl sie doch unmittelbare Nachbarn von Melia waren, bei der Verteilung leer ausgehen und in den späteren Händeln keine Rolle spielen: sie waren eben durch Lygdamis[4] ganz zu Boden geworfen. Eine Weile nachher beginnt Streit zwischen Priene und Samos, da dieses die Flur von Batinetos besetzt, die sehr ansehnlich gewesen sein muß, wenn sie tausend Kleruchen Raum gewährte. Eine Weile muß der Handel vor Schiedsgerichte gebracht sein[5]; dann kam es zum Kampfe, und als das Glück zuerst den Prieneern günstig war, verbanden sich die sonst so feindseligen Nachbarn Milet und Samos. Die Schlacht bei Drys warf die Prieneer nieder und Bias hat, wie weise er auch vermittelte, seiner Heimat die Flur von Batinetos sicher nicht gerettet.

---

[1] Eingetragen auf Karte I in Schrader-Wiegands Priene.

[2] Vergl. die Karte in den Forschungen in Ephesos I und Benndorf S. 73. Unbedingt ausgeschlossen ist die früher angenommene Lage etwas mehr südlich nicht.

[3] Offenbar war Melia zuerst solch ein griechisches Dorf gewesen. Die alten Stadtnamen sind ausnahmslos karisch. Herakleia am Latmos muß eine Gründung des vierten Jahrhunderts sein, die den alten Namen der ΛΑΤΜΟΙ, den die Tributlisten zeigen, verdrängte. Bezeichnend für unsere Unkenntnis, daß wir von der Gründung nichts wissen.

[4] Der Mann kann nicht wohl ein Trere gewesen sein, denn der Name ist karisch; da hat sich wohl ein unternehmender Dynast an die Spitze der führerlosen Barbaren gesetzt. Auch die Leute von Melia sind natürlich vielfach, vielleicht überwiegend, Karer gewesen.

[5] Darauf deuten die ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ, deren sich die Prieneer vor Lysimachos bedienten, und der Vers des Demodokos von Leros ΗΝ ΤΥΧΗΙΣ ΚΡΙΝΩΝ ΔΙΚΑΖΕΥ ΤΗΝ ΠΡΙΗΝΕΩΝ ΔΙΚΗΝ, der mit Bias nichts zu tun hat, wenn er auch in seiner Biographie steht. Wir wissen nur gar nicht, wann Demodokos lebte.

das andere schwerlich: aber Priene selbst blieb allerdings bestehen. Wann das war, können wir genau nicht sagen, denn das Leben des Bias haben nicht einmal die Alexandriner, so viel wir wissen, bestimmt, obwohl die alten ionischen Chroniken das Material boten, aber in die erste Hälfte des 6. Jahrhunderts werden wir ihn ansetzen dürfen.[1] Damit ist gesagt, daß hinter Priene in Wahrheit die Lyder standen, die sich schon unter Ardys in Besitz Prienes gesetzt hatten[2]: das erklärt die Feindschaft der Nachbarn, die nehmen, was noch zu erlangen ist, aber die daran verhindert werden, Priene das Schicksal Melias zu bereiten. Das ist ihm doch auf die Dauer nicht erspart geblieben. Unter Kyros ist es einmal vernichtet, und wenn es an dem Aufstande der Ionier teilnimmt und auch wie Myus ein Talent zum attischen Reiche noch 443 gezahlt hat, so führen doch 441 bereits die Samier und Milesier um Priene Krieg[3], und es wird schwerlich auch nur eine wirkliche Selbständigkeit und Konsistenz wieder erhalten haben[4], ehe Athen um die Mitte des 4. Jahrhunderts sich um seine Neugründung bemüht. Athen, damals Besitzerin von Samos, konnte auf dem Boden des Festlandes unmöglich den samischen Besitz gegen den König auch nur antreten: damals also gab es ihn lieber

---

[1] Den Ruhm der Bias begründen die Urteile seiner Nachbarn, der Ephesier Hipponax (der seine Weisheit als Richter rühmt) und Herakleitos (dem der Spruch οἱ πλεῖστοι κακοί nach dem Herzen war). In der Novelle von den Sieben Weisen scheint er zuerst den Ehrenplatz gehabt zu haben, so bei Phanodikos von Delos (der vor Theophrast schrieb, vgl. Plutarch Sol. 4 mit Diogenes 1, 83): die Weihung des Dreifußes in Theben sieht ursprünglicher aus als die in Delphi. Herodot 1, 170 gibt ein Apophthegma, das er 547 auf einer Sitzung in Panionion gegeben haben soll: es ist eine harte Zumutung, das als historisch beglaubigt anzunehmen. Ein anderes, 1, 25, führt ihn am Hofe des Kroisos ein, wird aber auch dem Pittakos beigelegt. Ganz wertlos ist ein Strategem gegen Alyattes, das als autorloses λέγεται bei Diogenes steht: es braucht nicht aus Hermippos zu sein. Den Namen des Vaters lieferte Heraklit: weil er karisch ist, konnte Duris den Bias zu einem πάροικος machen, was aber auch der Wahrheit entsprochen haben kann. Höchst seltsam ist, daß am Schlusse der Diogenesvita gesagt wird, das τέμενος, das Priene dem Bias weihte, hätte τευτάμειον geheißen, denn die Steine kennen nur Βιάντειον: das war wohl das schöne Rathaus der Stadt. Das ists, was wir vom weisen Bias außer der Vermittelung in Samos wissen. Ich sehe kein Mittel, seine Zeit zu bestimmen. Hätte Hermippos die samische Chronik aufgeschlagen, so würden wir sie wissen.

[2] Herodot 1, 15 aus milesischer Überlieferung: solchen knappen Angaben traue ich.

[3] Herodot 1, 161 6, 8. IG. I 237 (238 wird er nicht mehr gestanden haben): 37 in der Schätzungsliste ist der Name mit Wahrscheinlichkeit ergänzt, aber das besagt wenig: in den Schätzungslisten der Perser wird Priene auch gestanden haben). Thukyd. 1, 115.

[4] Als ein Ort des Mäanderdeltas nennt es Xenophon Hell. III 2, 17. IV 8, 17. Aber da steht neben ihm Ἀχίλλειον, ein milesisches Dorf, wie sich aus der Quelle Ἀχίλλεια ἐν Μιλήτωι ergibt, die Aristobul (also bei Alexanders Belagerung) erwähnte: Athen. 43 *d*. Achill hat da den Lelegerkönig Τράμβηλος erschlagen, der nach Lykophron 427 mit Scholien, die aus Istros schöpfen, ein Sohn des Telamon von einer Troerin ist.

einer neugegründeten hellenischen Stadt als den vertriebenen Samiern, die ihre Ansprüche aufnehmen, sobald sie die athenische Kleruchie los sind. Von diesen Zeiten reden bezeichnenderweise beide Teile kein Wort, weder vor Lysimachos noch vor den Rhodiern.

Doch auf die älteste Zeit will ich eigentlich auch hinaus. Gegen Melia, die dreizehnte Stadt des von Ion gestifteten Bundes, schreiten die anderen zwölf ein, weil es übermütig geworden ist, so Vitruv. Auch bei Maiandrios verfügt der Bund der Ionier über die melische Mark. So finden wir um 700 diese Körperschaft politisch tätig, ganz wie im sechsten bei Herodot, und wie damals tagt sie an dem Panionion. Nun liegt dieses aber wenig nördlich von der Mykale bei dem Griechendorfe Tschangly, wie schon Leake daraus geschlossen hat, daß dort ein Beschluß der Ionier gefunden ist. Übrigens genügen auch die Küstenbeschreibungen vollkommen zu seiner Fixierung.[1] Damit ist gesagt, daß das Panionion im Gebiete von Melia lag, und wer an die Stiftung des Bundes der Ionier in der Urzeit glaubt, mag sich ausdenken, daß Melia sich an dem Heiligtume vergriffen hätte und durch einen heiligen Krieg zerstört wäre wie später Krisa und Kirrha. Wer unbeirrt durch solche Konstruktionen über die Zeit, von der es ein wirkliches Wissen nicht gegeben hat, den melischen Krieg überdenkt, wird ganz anders urteilen. Wenn eine hellenische Stadt zerstört wird, bleiben doch ihre Heiligtümer, und es muß Vorkehrung getroffen werden, daß die Götter zu ihrem Rechte kommen. Wenn ein Bund die Feldmark eines Feindes aufteilt, so liegt es in dem neuen Rechtsverhältnis, daß er als Nachfolger der vernichteten

[illegible]

Poseidon Helikonios auf Priene übergegangen, aber sein Fest ist das

Lydergefahr legte es den Ioniern nahe, die Bundesgenossenschaft, die sie zu einem bestimmten Zwecke mit bestem Erfolge geschlossen hatten, zu einer dauernden Institution zu machen. Mit anderen Worten: der Bund und die Panionien sind um 700 erst gestiftet worden, aber da der Bundesgott der von Melia war, mußte dieses freilich als ein ehemaliges Bundesglied betrachtet werden.[1]

Dieser Gott, der Poseidon vom Helikon, wie Aristarch erklärt und die Grammatik allein erträgt, kann an der Mykale nicht befremden, die ihren Namen mit dem böotischen Mykalessos teilt, und an der auch ein Theben liegt. Die inschriftlichen Zeugnisse über den Kult in den ionischen Städten könnten für Filialen des nun panionischen Kultes gelten:[2] aber Auswanderer aus der Landschaft, die ihren Hauptgott auf dem Helikon verehrte,[3] saßen auch anderswo, und die homerische Stelle, die den Kult des Helikoniers, aber weder die Mykale noch die Ionier erwähnt, bezeugt seine allgemeine Verbreitung.[4]

Die Annahme, daß der Bund der Ionier erst um oder nach 700 gestiftet ist, streitet mit der herkömmlichen Vorstellung von der ionischen Wanderung als einer einmaligen großen Aktion. Darauf will ich sonst nicht eingehen, sondern beschränke mich auf das Panionion. Das ist freilich nach der parischen Chronik oder besser ihrer attischen Quelle wirklich bei jenem Zuge des Neleus 1086/5 v. Chr. gestiftet,[5] und ich

[1] Ein weiterer Schluß ist, daß das Panionion in oder bei Melia gelegen haben wird: wir haben also die Chance, die Reste einer ionischen Niederlassung des 8. Jahrhunderts zu finden, die seitdem unbewohnt war. Denn wer Stephanos von Byzanz und zumal die Epitome kennt, in der wir ihn haben, den beirrt ein Ausdruck wie Πανιώνιον, τέμενος καὶ πόλις wenig, und er wird selbst der Ableitung ὁ πολίτης Πανιώνιος nicht trauen, obwohl natürlich ein paar Leute bei dem Heiligtum gewohnt haben müssen. Aber bei den Grammatikern ist πόλις oft nur Ortschaft, und Derivate erfinden sie gern. Πανιώνιος als Eigenname, geboren an den Panionia, in Chios, Herodot 8, 105.

[2] Belege bei Busolt, Gr. Gesch. I, 318, Preller-Robert 579. Bemerkenswert ist der Kult in Sinope, Dittenberger, Syll. 603.

[3] ἡ Βοιωτία ὅλη ἱερὰ Ποσειδῶνος sagt Aristarch mit Recht in dem wichtigen Artikel Κύπρις des Et. M. = Schol. B* zu Ε 422. So nennt denn auch der Poseidonhymnos Homers (22) neben Aigai, das auch das Ν kennt, den Helikon.

[4] Homer Υ 404. Die Scholien BT beziehen das Opfer an den Helikonios auf Neleus und Milet; wenn die schlechtere Fassung AD Milet und Karien nennt, so scheint darin etwas Ursprüngliches bewahrt, und gemeint werden wirklich die Panionien sein, wie im Marmor Parium. Die Subskription ἡ ἱστορία παρὰ Κλειτοφῶντι ist unverständlich und nutzlos. Das Υ ist freilich sehr jung, aber sein geographischer Horizont weist auf Entstehung in der ionisierten Äolis. Aber gerade die Äoler sind mit Böotien so nah verbunden wie die Ionier.

[5] Epoche 27. Die Parallelen, die Jacoby S. 91 verzeichnet und ordnet, erwähnen die Stiftung der Panionien nicht; wir können nicht ohne weiteres annehmen, daß Pherekydes und Hellanikos sie hatten, denn zu ihrer Zeit bestanden sie nicht, während der Parier schreibt, als sie gerade neubelebt sind.

zweifle gar nicht daran, daß die damaligen Ionier das geglaubt haben, wenn sie zum Panionion zogen, und daß Eratosthenes selbst daran geglaubt hat, dem der Helikonios von Helike kam. Das verpflichtet uns aber nicht, diesen Glauben zu teilen, aber wohl, seine Entstehung zu erklären. Bei Herodot finden wir die Ratsversammlung der Ionier am Panionion, sowohl als die Perser zuerst nach dem Falle von Sardes drohen, wie vor der Schlacht bei Lade (1. 141. 147. 170. 6, 7): es ist also ein politischer Bund, sakral tritt er nicht hervor. Wenn man sich erzählt, der weise Thales hätte geraten, das Zentrum nach Teos zu verlegen, der weise Bias gar, obwohl er aus der Stadt stammt, die den Kult am Panionion versieht, man sollte gemeinsam auswandern, so sind das an sich Sprüche, deren Glaubwürdigkeit so beurteilt werden muß, wie die Sprüche der Weisen überhaupt. Man soll nicht sagen, sie wären von diesen Männern, gar bei diesen Gelegenheiten, gefallen: aber sie geben das wieder, was die Menge den gescheitesten Leuten zutraute, weil sie die Wahrheit erst begriffen hatte, als es zu spät war. Eins aber lehren diese Sprüche: auf die Heiligkeit des Orts kam es nicht an, sondern auf die Zweckmäßigkeit des politischen Bundes. Man denke sich so etwas den delphischen Amphiktyonen proponiert. Das stimmt aber vorzüglich, wenn der Bund von vornherein ein politisches Gebilde gewesen war. Gegen Melia hatte er standgehalten: gegen die Lyder und Perser versagte er. Aber das hat er doch erreicht, daß der Begriff der Ionier, sogar aller Ionier, in einem engeren Sinne an den zwölf Städten haften geblieben ist: eben daher hat er sich selbst in die Urzeit projiziert.

Gerade gegen den Anspruch, daß die zwölf Städte alle Ionier repräsentierten, hat Herodot einen wichtigen Exkurs gerichtet, den wir scharf ansehen müssen, und bei seiner umständlichen Art den ganzen Gedankenzusammenhang verfolgen.[1] 1. 141 erzählt er, daß die Ionier sich nach der Eroberung von Sardes am Panionion versammeln. 142 bestimmt er die Ἴωνες τῶν τὸ Πανιώνιόν ἐστιν als die zwölf Städte und gibt an, daß diese vier verschiedene Dialekte sprechen. 143 kommen wir einen Schritt weiter in der Erzählung: außer Milet lösen sich auch Samos und Chios von dem Bunde. Der nächste Schritt geschieht erst 152, nachdem 149—152 auch die Äolische Zwölfstadt abgehandelt ist: 144, über die dorische Hexapolis, ist eine weitere Einlage. Herodot will offenbar eine besondere Bosheit vorbringen, wenn er sagt, daß allein diese Ionier der zwölf Städte sich des Ioniernamens nicht geschämt hätten, was doch selbst Athen, die einzige ansehnliche Io-

[1] Selbstverständlich habe ich E. Meyer, Forschungen zur alten Geschichte I und E. Schwartz, *Quaestiones Ionicae*, von neuem nachgelesen: aber nicht mit ihnen will ich mich auseinandersetzen, sondern mit Herodot.

nierstadt getan hätte.[1] Daher hätten sie sich das Panionion gebaut und niemand als Smyrna in den Bund aufgenommen, was übrigens auch niemand weiter verlangte. Dann gibt er als eigene Vermutung, daß sie die Zwölfzahl gewählt hätten, weil sie früher im Peloponnes auch zwölf Städte gehabt hätten. Das wird daraus erschlossen, daß die Achäer, die sie vertrieben hatten, jetzt auch zwölf haben. Übrigens wären die Ionier keineswegs eine reine Rasse, sondern vermischt mit einer ganzen Anzahl anderer Stämme, die namentlich aufgezählt werden.[2] Und die auf besondere Vornehmheit Anspruch machenden Milesier, die von dem Prytaneion Athens ausgegangen sein wollten, hätten mütterlicherseits durchaus karisches Blut. Und die Könige dieser Ionier wären Lykier oder Kaukonen, diese von Kodros her. »Aber wenn sie denn auf den Namen so besonderen Wert legen, so mögen sie die echtbürtigen Ionier sein. εἰσὶ δὲ πάντες Ἴωνες ὅσοι ἀπ᾿ Ἀθηνέων γεγόνασι καὶ Ἀπατούρια ἄγουσιν ὀρτήν· ἄγουσι δε παντες πλὴν Ἐφεσίων καὶ Κολοφωνίων, und die haben sie früher auch gehabt.« In den ausgeschriebenen Worten muß stehen, wer denn nun außer den zwölf Städten ionisch ist. Dafür sind die Kriterien Abstammung von Athen und Feier der Apaturien, die Herodot offenbar nicht von ἀπάτη, sondern richtig von dem gemeinsamen Vater ableitet. Das muß wohl Ion der Athener sein, der sich in Achaia ein Reich gegründet hat. Wer also Apaturien feiert, der bekennt damit seine Herkunft von Athen implicite. Daß dann beiläufig, ohne die Bosheit, die darin liegt, zu verraten, bemerkt wird, die einzigen scheinbaren Ausnahmen wären zwei der zwölf Städte, macht für den Hauptgedanken nichts aus. Daß ἄγουσι δὲ πάντες in einer Weise, die zuerst mißverständlich ist, an εἰσὶ δὲ πάντες Ἴωνες anklingt, ist stilistisches Ungeschick, denn in dem zweiten πάντες steckt πάντες οἱ ἐπ᾿ Ἀθηνέων. Gewiß würden wir gern eine Aufzählung der übrigen Ionier hören, aber die gibt er nicht, da er nur sagen will: »mit ihren Gründen für den Anspruch auf besonders vornehmes Ionierblut kommen die zwölf Städte nicht durch: was sie zu Ioniern macht, kommt allen andern, die sie als minderwertig ansehen, auch zu; übrigens ist der Name keine große Ehre«. Gedacht hat er natürlich außer an Athen an die Inseln, Euboia

[1] Das Urteil ist vom Standpunkte seiner Gegenwart aus gefällt und vergißt daher selbst Chalkis und Eretria. Es ist aber bemerkenswert, daß die Kolonien Euboias sowohl in Thrakien wie im Westen wirklich von dem Ioniernamen keinen Gebrauch machen.

[2] Dieser Tendenz dient auch sicher die mit übertriebener Schärfe hervorgehobene Unterscheidung von vier Mundarten. Der Halikarnassier, der selbst Ionisch spricht und schreibt, erkennt die ionische, d. h. milesische Schriftsprache nicht als das normale Ionisch an.

an der Spitze, und die ferneren Kolonien.[1] Endlich gibt er die Lage des Panionion an, von dem er ausgegangen war. Es ist ein χῶρος κοινῆι ἐξαραιρημένος ὑπὸ Ἰώνων Ποσειδέωνι Ἑλικωνίωι . . . ., ἄγεσκον ὁρτὴν τῆι οὔνομα ἔθεντο Πανιώνια. Also Herodot läßt die zwölf Städte das Heiligtum und das Fest stiften, indem sie sich von den anderen Ioniern absondern. Unmöglich kann er angenommen haben, das wäre gleich bei der Gründung der Städte geschehen, in denen so sehr viele andere Stämme neben den Ioniern wohnten. Er redet ja auch nirgend von einer einmaligen Einwanderung. Eine Zeitangabe macht er nicht: aber mit der Gründung nach dem Fall von Melia ist alles sehr wohl vereinbar. Herodot stammt aus einer karischen Stadt, die dorische Besiedelung erfahren, aber das dorische Wesen zugunsten des ionischen abgelegt hatte. Seine genaue Kenntnis von Samos und dessen alter Tradition läßt schließen, daß er die Hera nicht ohne besonderen Anlaß im Namen trägt. Aber im Herzen ist er Athener, daher erkennt er diese Mutterstadt rückhaltlos an; aber von Athen stammen alle Ionier in der Weise, wie das Psephisma des Thudippos (IG. I 37) alle πόλεις zur Teilnahme an den Panathenäen verpflichtet. Eben daher muß die Anmaßung der asiatischen zwölf Städte bekämpft werden, die den Namen der Ionier für sich in Beschlag nehmen und ihr Fest Πανιώνια nennen. Es ist ganz in der Ordnung, daß es nicht mehr besteht, wenn Panathenäen begangen werden, die mit besserem Rechte Panionien heißen könnten.

Die Panionien bestanden zu Herodots Zeit nicht mehr; es war natürlich, daß Persien einen Bund auflöste, der bei Lade gegen sie gekämpft hatte. Wo Thukydides von dem Feste aller Ionier in Delos redet, vergleicht er sie nicht mit den Panionien, sondern mit den Ἐφέσεια[2]. Athens Politik hatte von vornherein eine große Anzahl kleiner Orte Ioniens selbständig gemacht, so daß von einer Vertretung Ioniens durch die zwölf Städte keine Rede sein konnte. Um so merkwürdiger klingt es jetzt, wenn zur Zeit des Agesilaos der Milesier Timotheos wieder von den zwölf Städten redet, aber mit Verleugnung des Ioniernamens und Hervorhebung der Abstammung aus Achaia. Es war ganz falsch, daß ich seine Perser an den Panionien aufgeführt dachte: an denen hat es niemals irgendwelche Spiele gegeben, und zur Zeit des

[1] Vielleicht auch an Kynuria: aber ob dort Apaturien gefeiert wurden, und ob er das wußte?

[2] Thukyd. 3, 104. Ἐφέσεια ist die richtige Form, Dittenberger Orient. 10, bei Thukydides herzustellen. Steph. Byz. Ἔφεσος — τὸ ἐθνικὸν Ἐφέσιος, εὕρηται καὶ Ἐφέσεια παρὰ Σοφοκλεῖ ἐν Ἀλεξάνδρωι. Man akzentuiert so, nicht Ἐφεσεία; darauf ist kein Verlaß. Das Fest galt doch wohl der Ἐφεσίη und hat zuerst Ἐφεσίεια, Ἐφεσιήια geheißen. Die Ἐφέσεια als Nationalfest der Ionier setzt Dionys von Halikarnaß IV 25 in die Urzeit: so wenig wußte man zu seiner Zeit von dem Panionion.

Timotheos wurden sie überhaupt nicht gefeiert.[1] Aber kurz vor der Schlacht von Leuktra, als die kurze Herrschaft Spartas längst vorbei war und Athen den neuen Seebund gestiftet hatte, der sich von dem Festland ängstlich fernhalten mußte, hat man an eine Erneuerung gedacht. Ephoros berichtet darüber bei Diodor 15, 49 und erhält Bestätigung durch Herakleides bei Strabon 384. Er redet nur von neun ionischen Städten,[2] die früher dem Poseidon Helikonios in der Gegend der Mykale an einer verlassenen Stätte, ἐν ἐρήμωι τόπωι, geopfert hätten: jetzt hätten sie beabsichtigt dem Gotte in der Gegend von Ephesos ein neues Heiligtum zu bauen und dazu in Helike die ἀφιδρύσεις des dortigen Poseidon nachgesucht. Man glaubte also an den Poseidon von Helike, nicht vom Helikon, und an die Abkunft der Ionier aus Achaia; von Priene, das damals schwerlich bestand, ist keine Rede mehr. Zu dieser Neugründung ist es nicht gekommen; dagegen erstand um die Mitte des Jahrhunderts das alte Panionion zugleich mit Neupriene, dem der Kult des Poseidon wieder zufiel. Wohl schon vor Alexander ist der einzige Beschluß der Ionier gefaßt, der am Panionion gefunden ist, bezeichnenderweise von dem winzigen Lebedos in einer heiligen Sache erwirkt.[3] Erst das Erscheinen Alexanders belebt, wie überhaupt die alten Verbände, so den der Ionier, die übrigens auch den Kult des Königs, aber auf der Mimashalbinsel, nicht an der Mykale, von Bundes wegen einrichten.[4] Lysimachos, der Smyrna wieder als die dreizehnte Ionierstadt gründet, und andere Könige rechnen mit dem Bunde, der aber nicht den geringsten politischen Wert hat.[5] Der Kult des Poseidon ist rein prienisch; auch er hat keine Bedeutung; auch die Ehre der σίτησις ἐν Πανιωνίωι ver-

[1] Th. Wiegand hat mir meinen Irrtum sofort nachgewiesen und die Aufführung der Perser richtig nach Milet verlegt. Der Schluß gestattet das: Μίλητος δὲ πόλις νιν ἃ θρέψας ἁ δυωδεκατειχέος λαοῦ πρωτεος ἐξ Ἀχαιῶν. ἀλλ' Ἑκαταβόλε Πυθι' ἁγνὰν ἔλθοις τάνδε πόλιν σὺν ὄλβωι, πέμπων ἀπήμονι λαῶι τῶιδ' εἰρήναν. Milet ist ἅδε πόλις, der δυωδεκατειχής ist der ὅδε λαός. Der Zusammenhang ist eng und gut. Aber eins muß ich meinen Kritikern zugeben: πρωτεος ist nicht zu halten; gefordert wird der Sinn, den ich mit unzulässigen Künsteln abwies, πρωτεύουσα. Aber die Emendation ist noch nicht gefunden, und das Versmaß gibt keine Handhabe. Vielleicht gehört noch ἐξ zu dem verdorbenen Nominativ.

[2] Das ist sehr merkwürdig: so wenig Gewicht legten die neun, die sich damals zusammenfanden, der alten Zwölfzahl bei. Ich verzichte darauf, die zwei zu suchen, die außer Priene fehlten.

[3] CIG. 2909 = Bechtel, Ion. Inschr. 5588. Die Sprache ist noch überwiegend ionisch.

[4] Strabon 644. Den Kult erwähnt der Bundesbeschluß für Antiochos I., *Bull. de corr. Hell.* IX 389; die Feier der Alexandreia wechselte zwischen den Städten. Antiochos selbst sollte sich den Ort wählen, wo er ein Heiligtum erhalten sollte.

[5] Die sehr bekannten Urkunden sind außer dem eben erwähnten Beschluß für Antiochos der Beschluß für Hippostratos, *Mitt. Ath.* XXV 102, und der Erlaß des Lysimachos über die Sympolitie von Lebedos und Teos, Ditt. Syll. 177.

gibt Priene ganz von sich. Mit seinem Niedergange kommt auch das Panionion herunter: die Sitzungen werden gar nicht mehr immer dort gehalten, sondern in den Bundesstädten[1], die auch nicht alle mehr bestanden: Myus z. B. ging erst in Magnesia, das nie zutrat, dann in Milet auf. In dem schlimmen 1. Jahrhundert v. Chr. wird die Feier wohl manches Mal unterblieben sein. Aber in der Kaiserzeit gehört sie natürlich zu den archaistischen Spielereien: man prägt sogar Bundesmünzen[2], aber an die Mykale geht man nicht mehr, sondern wechselt zwischen den Mitgliedern: noch Philostratos erzählt von einer Feier in Phokaia unter Severus.[3] Das Ende wird, wie überhaupt dem Leben Ioniens, die Gotenzeit gebracht haben.

Dies die Geschichte des Panionions und der Panionien. Sie bestätigt, daß die Religion diesen Bund nicht zusammengebracht hat, weder die des Gottes, noch die des Ortes. Der Apollon von Delos zeigt, wie es sich sonst gestaltet haben würde: der wendet sich auch wirklich an alle Ionier, während bei den zwölf Städten dieser Name eine Anmaßung ist, die den Herodot wohl ärgern konnte. So ist der Bund denn vielmehr die politische Vereinigung der Ionier an der Küste gewesen und hat sich erstreckt, soweit die gemeinsame Gefahr das Gemeingefühl erzeugte; daher ist jede Stadt ionisch, die eintritt, wenn sie auch ihr Blut so wenig berechtigt wie Chios und Erythrai, und die draußen blieben, wie Iasos, Bargylia, Magnesia[4], gelten auch nicht für ionisch, obwohl ihre Sprache dem Milesischen ähnlicher gewesen sein wird als das Chiische. Aber der Numerus clausus der zwölf Städte

---

[1] Dittenberger Orient. 763. Der Bund hat seinem Landesherrn Eumenes die Ehren auf einer Sitzung in Milet beschlossen, und dort will auch der König sein Standbild haben.

[2] Head, Hist. num. 490. Die Inschrift ΠΑΝΙΏΝΙΑ ΠΎΘΙΑ deutet darauf, daß das Fest überhaupt gar kein Poseidonfest mehr zu sein brauchte.

[3] Philostrat. *vit. soph.* II κέ. Im Apolloniosroman IV 5 ist die Feier in Smyrna. Beide Male redet er von einem ΠΑΝΙΩΝΙΟϹ ΚΡΑΤΗΡ. Entweder der Sophist oder gar die damaligen Ionier haben da einen argen archaistischen Schnitzer gemacht. Sie kannten den ΠΑΝΙΏΝΙΟϹ ΚΡΑΤΉΡ aus Hypereides oder besser aus den Lexica, wo wir ihn finden (Athen. X 424*e*), und ließen unbeachtet, daß er die Panionien der zwölf Städte gar nichts anging, sondern die viel ältere und heiligere Feier von Delos, die schon Homer besungen hatte. Dort war der von Hypereides erwähnte Mischkrug noch jahrhundertelang erhalten; eben hat ihn Wilhelm in den delischen Inventaren aufgezeigt. Mitteil. Athen. XXX 219.

[4] Ohne Zweifel heißen die Magneten nach demselben Stamme, der noch auf dem Pelion sitzt; aber darum konnten sie so gut zu Vollblutioniern werden wie die zwölf Städte, denen Herodot vorhält, daß Dryoper, Molosser und andere Stämme in ihnen säßen, die den Ioniern nicht näher stehen als die Magneten. In Sprache und Sitte ist Magnesia gewiß zur Lyderzeit schon von den Nachbarn Ephesos und Milet nicht wesentlich verschieden gewesen. Daß es nie als ionisch gegolten hat, erklärt sich allein durch seine Zerstörung durch die Treren, beweist aber auch, wann die zwölf Städte sich als alle Ionier zusammengeschlossen haben.

ist doch einmal als eine heilige Zahl fixiert und nicht vom Zufall gebildet. Gewiß: aber das ist dann geschehen, als nach dem Siege über Melia oder besser, nachdem der Kimmeriersturm vorüber war und die Lydergefahr drohend ward, der erste Bund sich zu einem panionischen auswuchs, die ϲυμμαχία zu einem κοινόν. Damals hat man nicht jedem Örtchen, das auf Selbständigkeit Anspruch machte und sie später von Athen zugestanden erhielt, eine Vertretung in der Ἰώνων βουλή zugestanden, sondern die heilige Zahl genommen. Und doch hat man sie bald überschritten, als Smyrna die dreizehnte Stadt ward. Das Datum der antiken Chronologie für die Eroberung des äolischen Smyrna durch die Kolophonier ist verloren, hat aber vor 700 gelegen[1]: indessen wird dadurch der panionische Bund nicht in noch höhere Zeit gerückt, da ein äolischer Ort, den vertriebene Kolophonier erobert hatten, der also der mächtigen Nachbarstadt Kolophon[2] zunächst feindselig war, wer weiß wie lange bestehen konnte, ehe er in den ionischen Bund eintreten mochte und durfte. Mit der Konstituierung der Zwölfzahl um 650 ist das ganz wohl vereinbar. Niemand sagt uns, wie lang oder kurz Smyrna vor seinem Untergange durch Alyattes Mitglied gewesen ist.

Phokaia und Klazomenai sind in Wahrheit Kolonien von Teos und Kolophon: daran läßt eine genauere Prüfung der Überlieferung keinen Zweifel, die namentlich über Phokaia reichlicher und daher durchsichtiger ist. Aber sie werden zur Zeit des Krieges gegen Melia längst selbständig gewesen sein.[3]

Das wichtigste Zeugnis für das allmähliche Zusammenwachsen des ionischen Bundes liefert Ion von Chios: das ist gleich alt wie Herodot und wiegt nicht leichter. Er gibt die Geschichte seiner Heimat so. Chios wird durch Kreter unter Oinopion besiedelt: gleichzeitig kommen Karer und Abanten. Später kommt Amphiklos aus Histiaia und wird König. Sein vierter Nachfolger Hektor verjagt die Karer

[1] Der Sieger im Faustkampf der 23. Olympiade (688) war Onomastos von Smyrna. Dieser Angabe, die auch Africanus hat, fügt Pausanias V 8, 7 hinzu, Smyrna wäre damals bereits ionisch gewesen. Seine Chronik wird ein festes Datum gegeben haben: Eusebius hat es leider nicht erhalten. Dass die Aufnahme Smyrnas unter die Ionier χρόνῳ ὕϲτερον erfolgt wäre, sagt Pausanias ausdrücklich VII 5, 1. Die Homerlegende kannte nur das äolische Smyrna, was über ihr Alter entscheidet.

[2] Kolophon soll nach dem Untergange von Smyrna seine Stimme übernommen haben. Das darf man mindestens als Tradition der törichten Erklärung von τὸν κολοφῶνα ἐπιτιθέναι entnehmen, die Lucius von Tarrha ungewiß woher erhalten hat (Schol. Plat. Theaetet 153 *b*, stand bei Zenobius Ath. β′ 1. App. prov. II 15. Diogenian VIII 36). Kolophon ist nach Herodot 1. 15 schon von Gyges erobert noch vor dem kimmerischen Einfall. Das kann nicht viel bedeutet haben; aber als Alyattes gegen Klazomenai vorgeht, muß er Kolophons ganz Herr sein.

[3] Vgl. Beilage 2.

und Abanten (so daß also die Kreter allein bleiben), und als er Frieden hat. ἐφικέσθαι τηνικαῦτα Ἕκτορι ἐς μνήμην ὡς σφᾶς καὶ Ἴωσι δέοι συνθύειν ἐς Πανιώνιον· τρίποδα δὲ ἆθλον λαβεῖν αὐτὸν ἐπ' ἀνδραγαθίαι παρὰ τοῦ κοινοῦ φησι τῶν Ἰώνων.[1] Pausanias, dem wir dies wichtige Exzerpt verdanken, wundert sich darüber, daß Ion gar nichts davon gesagt hat, wieso die Chier zu den Ioniern gehörten, und in der Tat, dieser treue Anhänger Athens, der den Ioniernamen selbst führte, hat von der ionischen Wanderung mindestens für seine Heimat nichts gewußt und keine Besiedelung von Athen aus zugegeben.[2] Dagegen setzt er voraus, daß der Bund des Panionion bereits bestand, ehe Chios zutrat, und als Beleg kann er einen Dreifuß anführen, der die Ehrung des Königs ausspricht, unter dem Chios zugetreten ist, doch wohl wegen dieses Zutritts. Gibt es irgendeinen Grund, die Existenz dieses Dreifußes und dieser Inschrift zu bezweifeln, deren Fassung wir freilich nur in der Paraphrase des Pausanias kennen? Im Gegenteil: eben dieses alte Ehrendenkmal hat die Tatsache im Gedächtnis erhalten. Dann war das aber nicht in grauer Urzeit geschehen, sondern im 7. Jahrhundert: höher wird ein Besonnener mit einer solchen Inschrift nicht hinaufgehen.[3] Aber Hektor ist auch der vierte nach Amphiklos, dem ersten Könige, mit dem die beglaubigte kontinuierliche Reihe begann: daß der um die Mitte des 8. Jahrhunderts fällt, ist wahrlich nicht zu spät. Durch einen glücklichen Zufall wissen wir von »den Tyrannen Amphiklos und Polyteknos von Chios«[4] aus der Lokalgeschichte von Erythrai. Sie sind beteiligt bei einer dortigen Revolution, der König Knopos zum Opfer fällt. Die ganze Erzählung trägt mit nichten den Charakter der Urzeit, sondern ist mit den Farben ausgemalt, die für die Zeiten des Überganges von dem Königtum zu der τρυφή der Aristokratie üblich sind. Nur daß Knopos bei Pau-

[1] Pausanias VII 4, 8—10. Die Inschrift mit dem vulgären ἀνδραγαθία, das erst im 4. Jahrhundert aus der Formel ὅτι ἀνὴρ ἀγαθός ἐστι gebildet ist, bewahrt doch das alte ἆθλον, wenn das nicht Archaismus des Pausanias ist.

[2] Der einzige Zusammenhang mit Athen ist, daß Oinopion Sohn der Ariadne von Theseus ist. Ion bei Plutarch Thes. 20. Gerade das ist sekundär: Οἰνοπίων sagt es selbst, daß er zu Dionysos gehört.

[3] Allerdings hat F. Dümmler den Hektor von Chios ohne weiteres für den homerischen oder vielmehr vorhomerischen Hektor erklärt (zuerst in Studniczkas Kyrene), und diese Offenbarung hat Gläubige gefunden: es geht jetzt so weit, daß Andromache in dem phthiotischen Theben zu Hause sein soll, also bei Achill. Ich habe mir in anderem Zusammenhange die vielleicht überflüssige Mühe gegeben, die unverantwortlich flüchtige Arbeit Dümmlers zu widerlegen. Das gehört hier nicht her. Es genügt auch, daß er sich die Inschrift des Hektor von Chios gar nicht überlegt hat.

[4] Hippias von Erythrai im zweiten Buche, also nicht bei den Anfängen, Athen. VI 259. Ihm ist Amphiklos Tyrann; das stimmt dazu, daß er bei Ion das Geschlecht des Oinopion in der Herrschaft ablöst.

sanias und Strabon Gründer von Erythrai und Kodrossohn ist, verschiebt denjenigen das Bild, die von den Kodriden ausgehen, statt anzuerkennen, daß die ältesten Könige, von denen die Ionier wirklich wußten, und die natürlich nicht in das 2. Jahrtausend gehörten und auch nicht alle in dieselbe Zeit, meistenteils zu Kodriden gemacht sind, als man die Eroberung Ioniens durch eine einheitliche athenische Expedition konstruierte. Von der haben Herodot und Ion noch nichts gewußt. Ion läßt vielmehr die Chier aus Kreta stammen; zu Ioniern macht sie erst der Eintritt in den Bund am Panionion.

Beilage 1: Die Zeit des Rhodierschiedsspruchs für Priene.

Die Schrift datiert die Urkunde nur ganz im groben um 200: von einem der Richter hat Prunner nachgewiesen, daß er 180 Proxenos von Delphi wurde; die Römer und die Pergamener kommen nicht vor: das schiebt sie vor 190, gestattet aber nicht, allzuweit in das 3. Jahrhundert hinaufzugehen. Dabei kann man sich für Priene beruhigen; aber die Zeilen 124—157, die von 134 ab nur zur Hälfte erhalten sind, geben eine Darstellung von Ereignissen des 3. Jahrhunderts, die zu ordnen für die allgemeine Geschichte wichtig ist. Es ist der Beweis der Prieneer, den sich die Richter zu eigen gemacht haben. »Vor Lysimachos bei dem Handel um die batinetische Mark haben die Samier auf Karion usw. keine Ansprüche erhoben (125—130). Unter Antiochos Theos war wieder Grenzstreit; Karion haben die Samier nicht gefordert (131—133). Im Laodikekrieg, als das und das passierte, [wurden die Prieneer gezwungen] ihre Habe in die Stadt zu bringen --- τὸν γενόμενον διάδοχον τᾶς βασιλείας φι --- das Land, das sie besaßen, als sie vertrieben wurden, zurückzugeben (134—139)«. So weit geht ersichtlich ein Bericht, der sich auf die vierziger Jahre bezieht. Ein Feind hat die Prieneer auf die Stadt beschränkt; der »Nachfolger in der Königsherrschaft« setzt sie wieder ein. Der seltsame Ausdruck ist verständlich, sobald man sich erinnert, daß Asien im Besitze des Antiochos Hierax blieb, der die Königsherrschaft ausübte, aber im Sinne der Legitimisten nicht der rechtmäßige König war oder doch nicht blieb. Wenn dies unter Seleukos III. oder Antiochos III. geschrieben ward, ist es nur korrekt. 139 κατελθόντες δὲ εἰς τὰν πόλιν νέμεσθαι τὰν χώραν wird den wiederhergestellten Besitzstand angehen. Dann zunächst unsichere Zeilen τὰς χώρας τὰς ὁμόρους ἃς αὐτοί --- ἐπὶ τᾶς Ἀντιγόνου βασιλείας - ἀμφισβατοῦντας τοῖς Πριανεῦσιν διότι παρορίζονται; aber man erkennt, daß die Samier wieder Ansprüche erheben. Diese schicken eine Gesandtschaft an Anti-, der schreibt ihnen, διότι κρίνει; alles folgende ist

ein Auszug aus diesem Urteilsspruch. 146 ἈΛΕΞΆΝΔΡΟΥ ΛΑΒΆΝΤΟϹ ΕἸϹ ΤᾺΝ ἈϹΊΑΝ ἘΝΈΜΟΝΤΟ -- die samischen Gesandten ---- ΤᾺΝ ΧΏΡΑΝ ΚΑῚ ἘΠ' ἈΝΤΙ[ΓΌΝΟΥ zu ergänzen aus 141] -- ἘΝ ΤΑῖϹ ἘΠΙϹΤΟΛΑῖϹ ΤΑῖϹ ΒΑϹΙΛΙΚΑῖϹ ΕὙΡΕΘῆΝΑΙ: nun erklärt der entscheidende König Anti-, was sich aus seinen Akten ergab: unter Lysimachos haben die Samier Karion nicht gefordert = 125—130: unter Antiochos ebenfalls = 131—133 -- ἈΝΤΙΌΧΟΝ ΤῸΝ ὙΠῸ ΒΑϹΙΛΈΩϹ ΠΤΟΛΕΜΑΊΟΥ ΤΕΤΑΓΜΈΝΟΝ -- [ὙΠῈΡ ΤΟῦ ΦΡΟΥΡΊ]ΟΥ ΟὐΘῈΝ ΕἰΡΗΚΌΤΑϹ. und auch aus allen andern Gründen haben die Prieneer recht. Ohne jeden Zweifel muß sich die Partie, in der ein ptolemäischer Beamter vorkommt, auf die Ereignisse beziehen, die 134—40 ausführlicher standen, also auf den ΛΑΟΔΊΚΕΙΟϹ ΠΌΛΕΜΟϹ, zu dem ja auch die Einmischung der Ptolemäer stimmt. Also ist der entscheidende König Anti-, der über das königliche Archiv verfügt, ein Antiochos, also Antiochos III. Er entscheidet, daß recht sein sollte, was 334 recht war: das war nicht unmittelbar klar, aber die späteren Entscheidungen wiesen die Samier ab. Der König Antigonos, den die Seleukiden nicht anerkennen, kommt nur vor, wo die Samier fordern, natürlich: sie mußten über die Zeit des Lysimachos hinaufgehen, um Karion zu fordern, das nach ihrer Angabe von den Prieneern zur Zeit ihres Tyrannen Hieron, um 300, okkupiert war (110ff.). Sie kommen aber damit nicht durch, obwohl sie vermutlich recht hatten, denn wie es unter Alexander gewesen war, war unklar, und man darf bezweifeln, ob Priene damals Karion behauptete. Doch das ist hier einerlei: der Zusammenhang dieser Urkunde ist tadellos und zweifellos. Wann Antiochos III. so entschieden hat, kann ich nicht sagen; schwerlich 191, eher aus der Ferne, aber nach dem Sturze des Achaios. Beloch (Gr. Gesch. III 2, 464) hat in dem Antigonos hier den Doson gesehen und gar Z. 137 ΦΊΛΙΠΠΟΝ ergänzt, wo alles mögliche gestanden haben kann. Das fällt von selbst durch die Interpretation des Textes. Es ist aber auch geschichtlich oder besser geographisch ganz undenkbar. Doson hat notorisch weder Samos noch Ephesos noch Magnesia noch Milet besessen, zwischen denen das unbedeutende hafenlose Priene mitten inne liegt.

Beilage 2: Phokaia und Klazomenai.

Pausanias (VII 3, 10. 2, 4) hebt mit Recht hervor, daß diese beiden Städte vor der Besiedelung durch die Ionier nicht bestanden: die Namen bezeugen das. Phokaia wäre von Phokern gegründet, die mit den Athenern ΦΙΛΟΓΈΝΗϹ und ΔΆΜΩΝ kamen: das Land hätten ihnen die Kymäer abgetreten. Zu den Panionien wären sie aber erst später zugelassen, als sie Kodriden zu Königen nahmen. Leoites (ΛΕΟΊΤΗϹ

ist kein Wort). Periklės und Abartos: die kamen von Teos und Erythrai. Zugestanden ist damit, daß die Stadt im panionischen Bunde jünger als die südlicheren Ionierstädte war. Auf dieselbe Tradition deutet Strabon XIV 633. Die Ableitung aus Phokis kennt Herodot, wenn er unter den Besiedlern Ioniens Φωκέες ἀπόδασμοι nennt. Daß wir diesen Ausdruck verstehen und überhaupt weiter kommen, liegt an der Erhaltung des betreffenden Abschnittes aus Nikolaos von Damaskus: wieviel würden wir über Asien wissen, wenn sein Buch das 10. Jahrhundert überdauert hätte. Exzerpt 15 *de insidiis* (S. 17 de Boor. Fr. 53 Müller: wenn doch die Ausgabe der Exzerpte Paragraphen abgeteilt hätte!) beginnt οἱ Ἴωνες ἐν τῷ πρὸς Ὀρχομενίους πολέμῳ viele Frauen rauben: mit denen zeugen sie Kinder, die erwachsen auswandern müssen. Sie gehen nach Thorikos προστησάμενοι ἡγεμόνας αὐτῶν — die Namen sind ausgefallen, wir ergänzen Damon und Philogenes, und der Vokalismus sagt auch, daß Δάμων kein Athener war. So fahren sie ἅμα τοῖς Ἴωσιν ab: auch Peloponnesier sind dabei. Wie können die Leute, die selbst Ἴωνες sind, ἅμα τοῖς Ἴωσιν abfahren? Sie besetzen unweit des Hermos eine Insel, dann einen Punkt der Küste. Mennes von Kyme will sie hindern: sein Bruder Uatias schließt mit ihnen ἑταιρίαν καὶ φιλίαν: sie stürzen vereint den Mennes: Uatias wird König. ὁ δ' εὐσεβῶς τὰς πρὸς Φωκέας συνθήκας ἠξίου ἐμπεδοῦν. Der Ortsname Φώκαια war noch nicht genannt, seine Ableitung wird nirgend gegeben. Offenbar ist es nicht genug, hier Φωκαέας zu setzen, sondern im Eingange ist Ἴωνες in Φωκεῖς zu ändern, was gar kein schwerer Lesefehler ist: auch hier liegt Φωκέας näher.[2]

Daß Φώκαια von den Phokern stammte, leuchtet gar nicht ein. Den Ortsnamen nennt Skylax auch an der Mykale, und an einer »Robbeninsel« ist nichts auszusetzen. Wirklich hat denn auch diese Ableitung bei Aristoteles (Herakleides 67) gestanden, daneben ein Eponym Phokos: damit ergibt sich die Verknüpfung mit den Phokern, einem Stamme der nordgriechischen Einwanderer, der die Robbe zum Totem hatte, als ein altes Autoschediasma. In Wahrheit sind ja auch die Phoker des Nikolaos von Mutterseite Minyer von Orchomenos. Diese sind allgemein die Besiedler von Teos, und aus Teos und Erythrai beziehen die Phokäer ihre Könige, um als Ionier zu gelten. Dann waren diese ihre κτίσται; Pausanias liefert die Namen: die Gründung aber

[1] Ἄβαρτος ist unverständlich, und Eigennamen sind bei Pausanias oft entstellt, aber mit einer bloßen Umdeutung der Zeichen kommt man nicht aus.

[2] Noch eine Änderung am Texte ist nötig. S. 18, 2 de B. οἱ δὲ ὡμολόγησαν· ἐκεῖνος δὲ (ἐκεῖνοί τε Cod.) καὶ τῶν Κυμαίων ὅσους ἐδύνατο ἅμα αὐτῷ ἐπεξῆλθεν ἐπὶ τὸν Μέννην (ἐδύναντο καὶ ἐπεξῆλθον).

ging von Teos und Erythrai aus. Ihre Konkurrenten sind Δάμων καὶ Φιλογένης, wohl sicher Φυλογένης[1], der Mann des Volkes und der aus der Phyle: man glaubt die Genealogie der Demokratie im Gegensatze zu den Königsnamen mit Händen zu greifen. Und deutlich ist, wie diese Führer erst hinterher zu Athenern werden. Ob die Könige Kodriden waren, hängt davon ab, ob man diese Bezeichnung des Adels für altionisch hält, was ich immer noch glaube, aber zu einem zwingenden Beweise fehlen die Mittel. So bleibt denn als geschichtlich, daß Teos und Erythrai den günstigen Platz an der Hermosmündung sich von einem Prätendenten von Kyme abtreten lassen unter Gewährung von *commercium* und *conubium* mit Kyme. Die kymäischen Namen Μέννης und Οϋατίας sind sehr vertrauenerweckend. Auch ein solcher Zug, wie Thorikos statt Athen als Abfahrplatz, ist sehr gut, wenn er auch nur in einer fiktiven Erzählung steht: nach 480 hätte das niemand erfunden: aber im Demeterhymnos 126 soll dort die Göttin gelandet sein.

Von Κλαζομεναί, »Bruck«[2], sagt Pausanias geradezu, daß der Gründer ein Kolophonier war[3], und die Ansiedelung erfolgte, nachdem die Auswanderer erst am Ida, dann an einem Orte des kolophonischen Geländes vergebliche Versuche gemacht hatten. Das gibt eine zureichende Vorstellung. Dabei gewesen wären Leute von Phleius und Kleonai, die vor den Dorern flohen. Das können sehr gut auch die Vorfahren derjenigen gewesen sein, die aus Kolophon auswanderten, natürlich auch Zuzügler: auf die Ätiologie ihres Fortganges aus dem Peloponnes wird niemand viel geben.

[1] In der alten Zeit ist Φυλο- ebenso häufig wie Φιλο- selten: später dreht sich das um, so daß die Fehler zahlreich werden. Heroinen wie Φυλονόη, der Arzt Φυλότιμος u. a. pflegen falsch benannt zu werden. Auch der Amykläer, der seine Stadt an die Dorer ausliefert, hat Φυλόνομος geheißen, nicht Φιλόνομος: er besagt, daß die Amykläer, weil sie mit den Dorern Vertrag schlossen, εἰς τὰς φυλὰς ἐνέμοντο.

[2] Der Name lehrt die Präsensbildung κλάζω neben κλῶ kennen, die neben ἔκλασα, κλασθείς erwartet werden darf. Die Uferfelsen bröckelten ab; der Hafen Χυτόν hatte ein angeschüttetes Kai: das sind Seltenheiten in Hellas.

[3] Πάρφορος Pausanias; Πάραλος Strabon 633; zwischen den Varianten läßt sich nicht entscheiden.

Ausgegeben am 25. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König FRIEDRICH's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

Hr. DIELS eröffnete die Sitzung, welcher das Ehrenmitglied der Akademie, Se. Excellenz Hr. Staatsminister Dr. STUDT beiwohnte, mit einer kurzen Ansprache, in der er die Glückwünsche der Akademie für Se. Majestät den regierenden Kaiser und König aussprach und dankbar der Fürsorge FRIEDRICHS DES GROSSEN für seine Akademie gedachte.

Darauf hielt Hr. VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF die wissenschaftliche Festrede:

Über die ionische Wanderung.

Als vor zwei Menschenaltern KARL LACHMANN in unserer Akademie die Betrachtungen über die Ilias las, konnte er noch glauben, ihre ursprüngliche Gestalt zurückzugewinnen, lediglich indem er mit seinem methodisch geschulten Auge einen modernen Abdruck des Textes betrachtete, der allerdings seit zweitausend Jahren nicht viele Veränderungen erfahren hat. Ob der Inhalt Erfindung oder Geschichte wäre, Ilios an den Dardanellen oder im Märchenlande läge, glaubte er nicht fragen zu müssen: es war ihm auch ziemlich gleichgültig. Vor einem Menschenalter begann HEINRICH SCHLIEMANN auf dem Boden der griechischen Stadt Ilion zu wühlen, unbeschwert von jeder sprachlichen oder geschichtlichen Wissenschaft, beflügelt von dem naiven Kinderglauben, alles was im Homer stünde, müßte real sein. Dabei hat er zwar auch wichtige (und gerade für Homer wichtige) Zeugnisse des Bodens rücksichtslos zerstört: aber er fand unerhörte Schätze, die er sofort mit denen des Priamos identifizierte. Es steht heute außer Frage, daß sie viele Jahrhunderte älter als die Mauern sind, die man jetzt

mit dem homerischen Ilios gleichsetzt. Es war nicht mehr als billig, daß die Welt dem Entdecker zujubelte, mindestens verzeihlich, daß die Masse, die geschichtliche Wissenschaft nicht fassen kann, die realen Schätze als Beweis für die Realität der homerischen Erzählung nahm. Die Leute werden nicht aussterben, welche den Todeslauf Hektors auf der Karte einzeichnen, und auch nicht die, welche diesen Glauben in Hissarlik bewahren, unbeirrt durch das Höhenprofil des Geländes. Darüber ereifert man sich nicht: man nimmt es aber auch nicht ernst. Dem Mute und dem Glauben Schliemanns gebührt für alle Zeit der wärmste Dank, denn sein Erfolg hat eine Periode der Entdeckungen eröffnet, deren Ende unabsehbar, deren Ergebnisse unschätzbar sind. Schon vor zwanzig Jahren durfte ich aussprechen, daß die Frage nach der Komposition der Ilias zu der nach der Geschichte des Epos und der Geschichte der griechischen Stämme bis zur Bildung des griechischen Volkes geworden wäre. Damals war der Spaten in Kreta noch nicht angesetzt. Heute stellt uns die wunderbare Kultur des zweiten Jahrtausends v. Chr., deren Zentrum Kreta war, vor die Frage, ob ihre Träger Griechen gewesen sind oder nicht, und wir sehen beide Thesen mit Lebhaftigkeit verfochten, aber ohne jeden Beweis. Die homerische Forschung kann sich hinfort nicht einmal mehr in den Grenzen des Griechischen halten. In Asien selbst sind freilich die Funde aus den Jahrhunderten 9—7, der Zeit des blühenden Epos, immer noch spärlich, und wenn in Hissarlik nur das herausgekommen ist, daß die Stätte während dieser Zeit wüst lag und von Griechen erst unter der Lyderherrschaft besiedelt ist, so war das nichts, als was die zuverlässige Überlieferung der Griechen uns immer berichtet hatte: was denn die Fanatiker in der einen oder andern Weise zu eludieren suchen, am konsequentesten die, welche Homer schlankweg zum Zeitgenossen der mit seiner Welt identifizierten und achäisch getauften Kultur machen. Daß die Erhaltung seiner Dichtungen dann ein Wunder ist, wird sie nicht weiter beirren. Von den ältesten Besiedlern der Küsten, die später äolisch und ionisch heißen, ist bisher kaum etwas gefunden, es sei denn die Nekropole von Assarlik, das aber in Karien liegt.[1] Allein der sicherste Weg ist doch immer der, welcher schrittweise zu den dunkelen Zeiten aus den hellen führt, und für diese ist und wird überall reicher und sicherer Ertrag erzielt. Schon daß die topographische Forschung die einzelnen Orte zu Individuen macht, verscheucht die blassen Allgemeinheiten. Von der Insel Lade aus sieht sich die Geschichte Milets ganz anders an, und die Poesie Homers wird als Poesie ganz anders auf dem ionischen Meere lebendig als in der

[1] Helbig, Gött. Nachr. 1896.

Studierstube. Nur muß man auch in dieser arbeiten, und alles überlieferte geschichtliche Material mit Verwertung aller Forschungsweisen prüfen, vor allem, wie Lachmann, mit dem wissenschaftlich geschulten Verstande.

Die Sprachwissenschaft hatte schon vor einem Menschenalter dem Homertext selbst Aufschlüsse entnommen, die zum Teil schon früh im Altertum geahnt, aber von den Alexandrinern nicht anerkannt waren. Es offenbarte sich nicht nur dieselbe Sprache in verschiedenen Stadien der Entwickelung, ein Beweis, daß das ionische Epos lange Zeit in Fluß gewesen war, ehe es im 7. und 6. Jahrhundert zu der Form erstarrte, die wir besitzen, sondern es kamen auch Formen und Wörter an den Tag, die einer andern Mundart, dem Äolischen, angehörten. Darauf gestützt hat man ein älteres äolisches Epos erschlossen, und mehrfach ist gar der Versuch gemacht, durch bequemes Umschreiben ins Äolische eine Ur-Ilias zu gewinnen. Nun besaßen die Griechen selbst keine andere äolische Literatur als die Gedichte der Lesbier Alkaios und Sappho aus der Zeit Solons; wir haben selbst von diesen nur geringe Bruchstücke. Gleichwohl entnahm man diesen das Jahrhunderte ältere Äolisch des präsumptiven Homer, und da er nun lesbisch redete, erschloß man ein lesbisches Epos, und ging dann weiter und suchte die historische Grundlage der Ilias in der Vorgeschichte der Lesbier. Mit all dem entfernte man sich ganz von den Tatsachen. Sappho kennt nur den Homer, den wir haben; die Versuche der Lesbier, im Skamandertale Fuß zu fassen, sind kaum älter als ihre Zeit, und keine alte Tradition setzt Homer oder das Epos mit Lesbos in Verbindung. Ich habe den Irrtum selbst geteilt, aber vor der Prüfung der Überlieferung kann er nicht bestehen. Die äolischen Iliaden sind vollends Phantome. Dadurch verlieren die Beobachtungen der Sprachwissenschaft nichts von ihrem Werte. Äoler gab es ganz unabhängig von Lesbos auf dem asiatischen Festlande. Herodot berichtet, daß sich zwölf kleine Städte südlich von der Kaikosmündung zu einem Bunde zusammenschlossen; es muß noch im 8. Jahrhundert gewesen sein. Die bedeutendsten waren Kyme, wo Hesiods Vater zu Hause war, und Smyrna, nach der allein ernst, aber sehr ernst zu nehmenden antiken Tradition die Heimat Homers. Smyrna ging gegen Ende des 8. Jahrhunderts an die Ionier von Kolophon verloren. Überhaupt aber traten diese schwachen äolischen Ackerstädtchen gegenüber der materiellen und geistigen Macht der ionischen Nachbarn bald ganz in den Schatten. Nach Alexander hat ihr Bund gar keine Erneuerung mehr erfahren, wie es der ionische tat; zum Ersatze ward einer um Ilion gebildet, wo es keine äolischen Spuren gibt. Überhaupt stirbt das Äolische außer Lesbos langsam und unbeachtet ab; wenn man es

in den Urkunden von Kyme z. B. noch anwendet, lehnt es sich natürlich an das allein ausgebildete Lesbisch. Aber in der Zeit Homers müssen die Griechen in diesen Gegenden sehr viel weiter ins Land gewohnt haben. Die Ilias[1] kennt schon eine der zwölf Städte mit dem thessalischen Namen Larisa und den aus Thessalien herübergenommenen Volksnamen der Pelasger, freilich als Bundesgenossen der Troer; aber das sind Telephos und Eurypylos von Teuthrania und Pergamon auch, und doch sind sie Griechen aus Arkadien. Die Ilias kennt aber auch das Land weit den Hermos hinauf, kennt den gygäischen See und den Tmolos. Am Sipylos sind nicht nur Tantalos und Niobe angesiedelt, sondern hat immer eine hellenische Enklave, Magnesia, gelegen. Nach Norden, auf den Ida zu, kennt Homer eine Stadt mit dem griechischen Namen Theben, an einem Berge, der wieder griechisch Plakos heißt; ja, sie kennt den Sangarios und den askanischen See, und sie kann das nicht von der Propontis her tun, die ganz im Dunkel liegt, also von der Landseite. Dem entspricht es, daß mitten im Inneren Skepsis und sogar Kebren von Griechen, Äolern und Ioniern, besetzt sind, und Kebrioneus ist der Wagenlenker Hektors. Das sind wieder nur ein paar Inseln, die sich in dem Meere der mysischen und thrakischen Invasion seltsam ausnehmen; aber eben diese Invasion ist eine historische Erscheinung, die wir ebensogut erfassen wie das Vordringen der Phryger und Lyder, deren Kultur sehr stark von diesen Griechen beeinflußt ist (hat doch Homer für einen Midas gedichtet), aber die politische Freiheit und vielfach auch die Sonderart der griechischen Bewohner zerstört hat, die hier so ziemlich als die älteste Schicht erscheinen.

Noch stärker wirkte der Vorstoß der griechischen Nachbarn von Süden her. Den Verlust Smyrnas an Kolophon, das zu Lande angrenzte, ist unvergessen geblieben. Deutlich erkennt man auch in Phokaia und Klazomenai Gründungen der Teier und Kolophonier, die auf äolischem Boden erfolgt sind, wie ich meine, im 8. Jahrhundert.[2] Und daß auch Erythrai und Chios mindestens zum Teil äolisch gewesen sind, besagt für Chios direkte Überlieferung[3], für Erythrai, daß das Kap Argennon, das noch südlicher liegt, einen spezifisch äolischen Namen hat.[4] Dies hat

[1] Es ist allerdings wesentlich die erhaltene Bearbeitung der Bücher Υ und Φ, von denen sich durch den Schiffskatalog beweisen läßt, daß sie in der Ilias, die er vor Augen hatte, anders aussahen.

[2] Vgl. Sitzber. 1906, 18. Januar; diese Abhandlung setze ich im folgenden voraus.

[3] Ephoros bei Steph. Βολισσός: es ist der Sitz Homers in der alten Legende.

[4] Bemerkenswert ist, daß in Erythrai Achilleus, Thetis und die Nereiden einen Staatskult haben (Dittenberger Syll. 600). Zwischen Smyrna und Klazomenai liegen die Ἀγαμεμνόνεια λουτρά. Spätere Übergriffe in das äolische Gebiet sind Atarneus, das zu Chios, Leukai, das zu Klazomenai gehört. Übrigens nennt Plinius 5, 135 ein Inselchen Argennon auch an der Mykale.

sich denn auch in der späteren Mundart von Chios bestätigt, die in bestimmten Stücken äolisiert. Nun sind es diese Städte, Smyrna, Phokaia, Erythrai, Chios und das ganz ionische Kolophon, in denen sich der Homer der alten Legende bewegt, also in eben der Gegend, deren Bevölkerung genau so gemischt war wie die homerische Sprache. Es dürfte doch vorschnell gewesen sein, von Gedichten aus dieser Gegend einen reinen Dialekt zu fordern. Dagegen entspricht es genau den Verhältnissen, daß das Epos sich immer mehr ionisiert und seinen Hauptsitz in Kolophon bis in die hellenistische Zeit gehabt hat.

Die Äoler um Kyme und Homer selbst werden aus Thessalien (oder wenig südlicheren Gegenden) abgeleitet: dort hat man auch später eine verwandte Sprache geredet, und Achilleus ist am Spercheios zu Hause. An sie schließen sich die ionischen Städte, von denen jede einzelne eine besondere Überlieferung über ihre Herkunft hat: daneben steht die allgemeine Herleitung der Ionier. Schon an sich muß man geneigt sein, den Sonderüberlieferungen höheren Wert beizulegen: daher hilft es nichts, ich muß sie kurz durchnehmen.[1] Chios hat Kreter zu Besiedlern, die mit der Zeit ihre Mitbewohner, Karer und Abanten, also Festlandsgriechen, abstoßen: erst spät treten sie freiwillig in den ionischen Bund. Dies ist besonders wichtig, da es ein Zeitgenosse Herodots berichtet.[2] In Erythrai sitzen wieder Kreter mit Lykiern und Pamphylern, die erst spät Zuzug aus allen ionischen Städten erhalten: die existieren also bereits, offenbar eine Anerkennung der späten Gewinnung des Ortes für das Ionertum, so daß Knopos als Sohn des Kodros gar nicht denkbar sein würde, auch wenn wir ihn nicht in viel jüngerer Zeit wiederfänden.[3] Erst auf der Südseite der Mimashalbinsel gibt es wirklich ionische Orte, und doch leitet sich Teos[4] von den Minyern aus Orchomenos ab: wenn Anakreon

[1] Die Übereinstimmung von Strabon und Pausanias VII liefert uns die historische παράδοσις, den Niederschlag der alexandrinischen Philologie. Bestimmte Gewährsmänner sind nicht zu nennen, aber das schadet nicht viel.

[2] Strabon liefert statt dessen einen Gründer Ἐγέρτιος, von dem sonst nichts bekannt ist: das ist also ein Kodride, den wir durch Ion los werden. Er führt aber immer noch σύμμεικτον πλῆθος.

[3] In der Lokalgeschichte des Hippias ist er Zeitgenosse des Tyrannen Amphiklos von Chios, und die Tyrannenzeit ist eben nicht die Königszeit. Erythrai hat seinen Namen bewahrt und ist, ohne daß gegraben wäre, reich an Inschriften: da ist eine Untersuchung dringend erforderlich, mindestens eine ständige Überwachung. Dasselbe gilt von Teos.

[4] In der Anordnung der späteren Namen differieren Strabon und Pausanias. Strabon führt zuerst einen Bastard des Kodros ein, Ναῦκλος, später zwei Athener Ποίκης und Δάμασος, und einen Böoter Γέρης (auf diese Form führten die Codd. mit γὰρ ἦν: Hesych γέρην ἔντιμος). Bei Pausanias ist der erste Ἄποικος, τέταρτος ἀπὸ Μελάνθου, der Name falsch hellenisiert aus Ποίκης, dann kommen die Kodriden Ναόκλος (die ionische Schreibung bewahrt) und Damasos (wie stehen die zu Apoikos?) und der Böoter Γέρης. Wir wissen durch CIG. 3064, daß Ποίκης Eponym eines

seine Heimat athamantisch nennt, so ist das nichts anderes, denn das athamantische Gefilde gehört zu Orchomenos. Später kommen Athener und Böoter: diese sind natürlich dieselben Orchomenier. Kolophon, in der ältesten Zeit neben und vor Milet die wichtigste Stadt, liegt zwar bei dem vorgriechischen Apollonorakel von Klaros,[1] hat aber einen griechischen Namen: seine Bewohner werden aus Kreta und Böotien hergeleitet, daneben nennt der Kolophonier Mimnermos das Pylos des Neleus: wo er das ansetzt, wissen wir nicht, doch sicher an der Westküste des Peloponnes. Weil das Epos in Kolophon blühte, sind hier ganz besonders viele seiner Helden hergezogen, was das Urteil schwierig macht.[2] Zuletzt erscheinen die Kodriden, die sehr danach aussehen, gleichen Schlages mit Knopos von Erythrai zu sein.[3] Über Ephesos ist unser Gewährsmann Strabon ausführlicher.

πύργος ist, deren viele bekannt sind mit guten Namen, die in Athen (Φιλαῖος) und Chalkis (Κόθος) wiederkehren, aber auch vielen barbarischen. Eine Phyle, Geleontes, ist bekannt: vor Konstruktionen ins Blaue soll man sich hüten. Die Quasigeschichte ist also aus guter Lokaltradition zusammengebraut, aber willkürlich, sonst wäre nicht der Eponym eines Demos der Archeget der Stadt. Es wird Zufall sein, daß wir keinen Lokalantiquar kennen. Die πύργοι sind natürlich *villae*, Landhäuser des grundbesitzenden Adels. Das bedeutet das Wort im Hellenistischen und noch heute. Gleich δᾶμος braucht es Euripides Phoen. 1706. Für Verbindung mit Athen fehlen alle alten oder besonderen Anhaltspunkte.

[1] Kolophon scheint ganz verloren zu sein, vgl. Schuchardt, Ath. Mitt. XI. Das Νότιον (τεῖχος), der Hafenplatz des alten, ist ganz und gar das neue Kolophon geworden. Der Apoll von Klaros und Homer gehören zu Kolophon: aber ihre Monumente finden sich auf dem Boden der Hafenstadt, Österr. Jahreshefte VIII 155. Es ist höchst erfreulich, daß das Ottomanische Museum die Erforschung des Bodens nördlich im Anschluß an die österreichische Zentralstation Ephesos unternehmen will.

[2] Besonders wichtig ist, daß in den Nosten, denen auch kolophonischer Ursprung gegeben wird, Kalchas, Idomeneus, Sthenelos nach Kolophon kommen (Lykophron 424—438, wertvoller als Apollodor Epit. 6 usw. und ohne Anstand verwertbar); da haben wir die Kreter und einen der vornehmsten Epigonen, deren Taten von kolophonischen und teischen Epikern geschaffen sind.

[3] Damasichthon (der Name kehrt als König von Plataiai wieder) und Promethos, dessen Grab in einem Dorfe stand. Dies und die Erzählung des Bruderkrieges deutet auf wirkliche Lokalüberlieferung und ihre Ausmalung im Stile der Geschichten von Mennes von Kyme, Knopos von Erythrai, vom Sturze der Neliden Milets. Überhaupt stehe ich nicht an, solche Figuren, die etwas besonderes tun und im Lande Heroengräber haben, für mehr zu halten als ἥρωες κτίσται, d. h. Eponyme. Dazu gehören auch Amphiklos von Chios und Androklos von Ephesos. Dann sind es aber keine Kodriden des 2. Jahrtausends, sondern Männer nicht allzu ferner Vergangenheit, die zeitlos geworden sind, aber im Gedächtnis leben. Ihre Geschichten tragen die Farben wie die von Pindaros von Ephesos, Thrasybulos von Milet, d. h. sie sind ganz wie jene im 6. Jahrhundert gestaltet. Dagegen die Umformung zu Stadtgründern entstammt der Geschichtskonstruktion. Dieses Schlages ist auch Andraimon, dessen Grab am Wege von Kolophon nach Lebedos lag, nach Mimnermos ein Pylier und Gründer von Kolophon, nach Pausanias Kodride und Gründer von Lebedos, für das Strabon den durchsichtigen Namen Andropompos gibt. Lebedos (gleichen Stammes nicht nur mit Λεβάδεια, sondern auch mit Λεπέτυμνος) war immer ein kümmerlicher Ort und hatte keine besondere Überlieferung.

weil er dem Ephesier Artemidoros folgt, und der hat sich die Version ausgesucht, die für seine Vaterstadt am rühmlichsten war. Er fand sie bei einem Pherekydes, der ein Athener gewesen zu sein scheint. Denn er macht den Gründer von Ephesos, Androklos, zu einem echten Sohne des Kodros und läßt ihn Ephesos als Allkönig der Ionier beherrschen, eine Stellung, von der sonst niemand etwas weiß und die nur auf dem Geschlechtsnamen Basileidai beruht, den ein ephesisches Geschlecht geführt hat, zu dem noch Herakleitos gehörte. Man darf dieser Deutung nicht trauen: ein Ahnherr, der König hieß, kann sehr wohl ein ganz anderes Reich als Ephesos oder gar Ionien beherrscht haben.[1] Jedenfalls gibt es eine abweichende Version, und die klingt nicht nur besser, sondern hat den Vorzug, aus der Chronik von Ephesos zu stammen. Danach sind die Samier lange Zeit nicht imstande gewesen, dort Fuß zu fassen, haben auch die Barbarenstadt am Artemistempel nicht genommen, sondern nur am Koressos eine kleine Stadt gegründet, in der neben einem Athenaheiligtum eine Filiale der Artemis von Ephesos errichtet ward.[2] Danach stand also Ephesos mit Samos in Verbindung, und das ist sehr glaublich. Man darf sich überhaupt durch die Stadt des Lysimachos und den Glanz der römischen Provinzialhauptstadt nicht verleiten lassen, dem alten Ephesos eine große Bedeutung beizulegen. Die hat es durch die Handelsstraße ins Innere erst erhalten, als es Stützpunkt der Lyder und Perser war. Wir wissen ja durch Herodot, daß die hellenische Gemeinde sich in

[1] In Priene ist eine Weihung an ΒΑϹΙΛΕΥϹ ΚΑΙ ΚΟΥΡΗΤΕϹ gefunden; in Ephesos kennen wir die Kureten als Priesterkolleg: wie sie dämonischen Dienern des Götterkönigs entsprachen, kann ihr Obmann jenem ΒΑϹΙΛΕΥϹ entsprochen haben. Βαϲιλεῖδαι auch in Erythrai, Aristoteles Pol. 1305b, aber da bilden sie eine Oligarchie wie die Bakchiaden in Korinth. Der Name Βαϲιλείδηϲ ist in Ionien häufig.

[2] Kreophylos bei Athenaeus 361: die Beziehung auf Samos ergibt die Kombination mit Malakos ἐν ὥροιϲ Ϲιφνίων Ath. 267, der eine für Ephesos noch viel weniger schmeichelhafte Version bietet. Es ist mir auch nach Benndorfs Forschungen zur Ortskunde und Stadtgeschichte von Ephesos unmöglich an eine Griechenstadt beim Artemision zu glauben, denn das kostet die Preisgabe von Kreophylos, Herodot, überhaupt der ganzen guten Tradition, und gefunden ist ja doch nichts Altionisches, das zu solchen Gewaltakten zwänge. Die Filiale des Artemisions in der Stadt am Koressos ist besonders bezeichnend und kann nicht erfunden sein. Das Athenaheiligtum, der πολιοῦχοϲ, für die Hellenen (aber keineswegs die Athener) besonders bezeichnend, findet sich in vielen Städten: in Priene kann sie freilich jung und athenisch sein. Daß sie auch in Milet gefunden ist, ist sehr wertvoll. Der Apollon Πύθιοϲ am Hafen von Ephesos entspricht dem Δελφίνιον Milets. Pythier wird er später genannt sein, wie die Artemis von Milet Χιτώνη und Ἡγεμόνη war (Kallimachos 3, 225; eine Seltenheit fügt Libanios 5, 30 Förster hinzu, Artemis führt in Hundsgestalt), aber im Kulte, sogar des Didymeus, Pythierin, das Hellenische gegenüber dem Barbarischen zu markieren. Diese Macht Delphis ist hoch bedeutsam und um 700 bereits in Geltung. Hat doch Midas von Phrygien und dann Gyges mit Delphi in Verbindung gestanden.

den Schutz der Artemis, also unter die Macht der Priester gebeugt hat. Nirgend war die Rede so durchsetzt mit Fremdwörtern: des ist Hipponax Zeuge. Eine besondere Verbindung mit Athen ist durchaus nicht glaublich.[1]

Über Samos haben wir den Bericht des einheimischen Epikers Asios aus dem 6. Jahrhundert. Da gibt es Götter und geographische Eponyme, von Zuwanderern nichts, und wenn das Volk Leleger heißt, so involviert das an sich nichts Barbarisches: die Lokrer sind ja auch Leleger. Daneben steht die Einwanderung von Epidauriern, und für Herkunft aus der Argolis zeugt der Herakult, der direkt von dort stammt. Die Verbindung mit den Ioniern wird nur so hergestellt, daß Prokles von Epidauros den Ion unter seine Ahnen bekommt.[2]

An der Mykale liegt Priene, dessen Herkunft aus Böotien anerkannt ist: auf die Athener daneben ist wenig zu geben, da sie mit der Neugründung des 4. Jahrhunderts zusammenhängen können.[3] Milet beginnt seine Tradition mit Anax: dieser Name bezeichnet immer den Herrn der Unterwelt.[4] Auf ihn folgt Asterios, schon ein kretischer

---

[1] Suidas Ἀρίσταρχος gibt ein Exzerpt unbekannter Herkunft in einem gekünstelt naiven Stil. Danach soll, als Kyros gegen die Meder zog (also vor dem Zuge gegen Ionien, von dem vermutlich später gehandelt ward) ein Aristarchos aus Athen nach Ephesos geholt sein und die μόναρχος ἐξουσία erhalten haben. Es holen ihn seine προσήκοντες, weil er über sie fünf Jahre ἐμμελῶς τε καὶ σὺν κηδεμονίᾳ geherrscht hatte. Daraus wird sich niemand einen Vers machen, es sei denn, er entstellt den Sinn der gezierten Phrase. Daß ich die ganze Geschichte für Fiktion erkläre, geschieht wegen Strab. 179: da schicken die Ephesier eine Priesterin Ἀριστάρχη nach Massalia, um den Dienst ihrer Göttin einzurichten. Zufall wird die Koinzidenz der bedeutungsvollen Namen schwerlich sein, und ich ziehe vor, beiden zu mißtrauen, statt einen Familienzusammenhang zu erschließen.

[2] Daneben spielt bei Strabon u. a. ein älterer Gründer Τεμβρίων eine Rolle, gleichzeitig mit Prokles bei Themistagoras, offenbar ein Barbar. Die beiden Phylen Astypalaia (die Stadt Samos) und Chesia (die Stadt Chesion am Kerketeus) Sitzungsber. 1904, S. 931. Auch für Samos selbst und für Ephesos wäre es wichtig zu wissen, wann das thrakische Samos okkupiert ist. Die Stellen in dem großen österreichischen Werke II 106: ich vermag sie aber in keinen Zusammenhang zu bringen, namentlich weil die Zahl Υ in der Herakleides-Epitome der aristotelischen Politie korrupt ist. Für die Notiz aus Apollodor in Scholion AD zu Ilias N 12 vermißt man schmerzlich die Beglaubigung der D-Scholien.

[3] Philotas von Theben hat Philistos, den Sohn des Perikles, neben sich, der das Heiligtum der Demeter Eleusinia an der Mykale gründet, ein Begleiter des Kodrossohnes Neleus nach Herodot 9, 97. Da scheint der Kodrossohn Aipytos noch nicht als besonderer Gründer von Priene gegolten zu haben, der später neben Philotas steht. Eine eleusinische Demeter konnte auch für Herodot an sich keine Herkunft aus dem attischen Eleusis bezeichnen: dazu ist der Kultname zu verbreitet. Die von Plataiai steht bei Herodot in demselben Buche. — Myus hat keine besondere Geschichte, nur den Gründer Κύδρηλος Κόδρου. Ich erinnere mich sicher, Κυδρήλιοι als Geschlechtsnamen in einer oder mehreren Inschriften gelesen zu haben, ich glaube, auf anderem Sprachgebiet, aber ich kann die Stelle nicht finden.

[4] Wichtig, daß er in Anaia einen Kult hatte, Inschr. v. Magnesia 44.

Name, dann kommt Miletos mit seinen Kretern, erst viel später Neileos, denn so lautet der Name, der dann mit Neleus gleichgesetzt wird: daher bekommt auch Neileos die Heimat Pylos: Herodotos nennt ihn aber einen Kaukonen, was zu dem Pylos der Odyssee nicht stimmt.[1] In der Vulgata ist er bekanntlich Sohn des Kodros und kommt aus Athen. Daß die Milesier ihr heiliges Feuer von dem athenischen Staatsherde mitgenommen haben wollten, weiß auch Herodot, und das wiegt so schwer wie die anderen Gründungssagen. Wirklich kennen wir in Athen ein Heiligtum des Neleus und der Basile, aber gerade dadurch gibt uns die mythologische Forschung die Handhabe zu einem geschichtlich wichtigen Schlusse. Die Königin, die Neleus neben sich hat, ist in einem anderen athenischen Heiligtum dem Echelos gesellt[2], und kein Zweifel, daß diese Königin und ihr Entführer der Unterwelt angehören. Auch Neleus, der Vater Nestors, von dem dieser seine Rosse hat, ist kein anderer: wenn ihm Herakles seine Söhne in Pylos erschlägt, so ist das kein anderer Kampf als der, den er nach der Ilias in Pylos unter den Toten mit Aidoneus zu bestehen hatte. Und wenn Poseidon Vater des Heros Neleus ist, so besagt das wieder nichts anderes, denn Poseidon selbst ist von Hause aus der Herr der Erdtiefe: erst als Gatte der Erdmutter wird er in seinem wahren Wesen erfaßt. Somit ist Neileos eigentlich derselbe wie Anax von Milet.[3] Ein Volk aber, das den Herrn der Erdtiefe seinen Ahn nennt, sagt damit nichts über seine Zuwanderung aus, im Gegenteil, das bedeutet dasselbe wie in Athen die Abstammung von Erichthonios oder von

[1] Da wohnen sie in der Nachbarschaft der Pylier Γ 366, ein altes ΖΗΤΗΜΑ. Fest sitzt der Name durch einen Fluß bei Dyme. Die Ratio Herodots ist leider nicht zu erraten; aber 4, 138 setzt er sie etwa nach Triphylien.

[2] Kekule, Berl. Winckelmanns-Programm 65. Das Relief des Echelos steht auf der Rückseite eines Weihreliefs an Hermes und die Nymphen, lediglich um den Ort ihres Kultes zu bezeichnen: es ist auch ἐν Ἐχελιδῶν gefunden, das Flurname war, keine Gemeinde. Beiläufig, wir betonen in Athen βασίλη, in Ionien jetzt ἱερῆ, früher mit den Herodothandschriften ἱρείη, ἱρηίη. Die Regel für das erste steht Stephan. Ἀγάμμεια; Theognost S. 111; Hesych ist korrupt. Aber sie rechnet nicht mit den Belegen für die Länge der letzten Silbe, die schon Buttmann, Gr. Gr. II² 427 dazu führten, βασιλῆ zu fordern. Wenn wir wagen, von der παράδοσις abzuweichen, müssen wir es in Athen so gut wie in Ionien tun. Ich würde allerdings lieber warten, bis ein Grammatiker mit der παράδοσις überhaupt zu Gericht gegangen ist. βασίλη las man bei Sophokles; bei Euripides Alk. 81 muß man βασίλειαν dreisilbig sprechen.

[3] Eine Prüfung der Ahnherren vieler Städte und Landschaften wird dieselbe Vorstellung von dem Herrn der Erdtiefe ergeben; neben ihm steht der Flußgott, der die Landschaft nährt, dessen Wasser aber auch aus der Erdtiefe stammt. Das ist also dieselbe Grundauffassung, nur spezieller gewandt, in der Richtung, die den Poseidon am Ende auf einen Gott des Gewässers beschränkt hat. Zahllose Söhne von ihm sind Frevler, die von den zivilisatorischen Heroen erschlagen werden: sie sind eben γηγενεῖς.

Poseidon Erechtheus. Erst die epische Sage[1] und dann auch die Erinnerung an die Einwanderung, die neben jener naiven Herleitung der Urbewohner aus der Erde bestand, hat den Neileos vermenschlicht. Das Königshaus, das sich auf ihn zurückführte, wollte wirklich mit dem Boden verwachsen sein.

Milet pflegt als die südlichste Stadt Ioniens zu gelten; was weiter kommt, rechnet man zu Karien. Allein karisch ist die eingeborene Bevölkerung auch auf der milesischen Halbinsel und zwischen Ephesos und Priene[2], und ionisch geworden ist das südlich anschließende Gebiet ebenfalls und schon sehr früh. Skylax von Karyanda schreibt schon unter Dareios I. Ionisch, Choirilos von Iasos ist ein Dichter in Alexanders Gefolge;[3] Bargylia will eine Gründung des Achilleus sein, und selbst Mylasa[4], die Hauptstadt Kariens, schreibt unter Maussollos seine Urkunden ionisch. Dieser selbst ist Sohn des Hekatomnos, dessen Name griechisch ist, obwohl die Zusammensetzung und Bedeutung »Knecht der Hekate« ganz ungriechisch anmutet. Das Grab des Maussollos stand in Halikarnaß. Diese Stadt hatte einmal eine dorische Herrenbevölkerung gehabt und sogar kurze Zeit dem Dorerbunde angehört, und doch schreibt man dort nur ionisch, die Urkunden ebenso wie Herodot. Die Abgrenzung Ioniens ist also zu eng. Woher kommt das? Die Antwort können wir jetzt geben. Der Begriff Ionien ist durch den Bund der Ionier bestimmt, die an der Mykale im Heiligtume »aller Ionier« zusammenkamen. Dieser Bund aber war ein politisches Gebilde des 7. Jahrhunderts, und wie er alle Städte, die nicht eintraten, von den Ioniern ausschloß, so machte er alle seine Mitglieder zu gleichberechtigten Ioniern, schuf also den geographischen Begriff Ionien und gab dem Volksbegriff einen neuen Inhalt. Es ist

[1] Daß sie von außen kam, zeigt die Form Νηλεύς. P. Friedländer (Argolica 62) ist durch konsequentes Denken dazu gelangt, das ganze Äolidenstemma der hesiodischen Kataloge nach Milet zu verlegen. Ich schließe aus der Gewaltsamkeit und ihrem Erfolge, daß kein anderer als der gewaltsame Verfasser der Theogonie diesen Grundstock der Kataloge verfaßt hat.

[2] Dort liegt z. B. Μελίη πόλις Καρίας nach Hekataios.

[3] Nach Polyb. 16, 12 wollen die Ἰασεῖς eigentlich aus Argos sein; das ist auf das Ἴασον Ἄργος gebaut; dann einen Sohn des Neleus aus Milet bezogen haben.

[4] κτίσμα Γλαύκου Stephan., also desselben, dessen Geschlecht auch ionischen Städten ihre Könige gab. Mylasa selbst hat einen König Herakleides gehabt, der bei Artemision mitgefochten haben soll. So lehrt das neue Sosylosbruchstück und seine Erläuterung durch Wilcken eben im Hermes 41. Sosylos wird seine Weisheit aus einer Sammlung von στρατηγήματα haben, Exzerpten alter Literatur, wie sie damals Alexandreia in Massen lieferte. Dort aber konnte man in der Tat ein Buch von Skylax noch besitzen, das mit dem, was dem Herodot z. B. über Demokedes vorgelegen hat, auf einer Linie steht. Die Bedeutung und den Erfolg des Manövers schlage ich allerdings nicht hoch an; es ist ein Vorzug, daß Herodot die Gefechte bei Artemision nicht als einen Sieg betrachtet.

weder befremdlich noch unberechtigt, daß der Halikarnassier Herodotos diese Ansprüche der zwölf Städte bekämpft. Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß es vorher einen Namen gab, der die Bewohner der Küste vom Mimas bis Didyma einerseits umfaßte, andererseits von ihren Nachbarn schied. Erst als sie das Gefühl der politischen Zusammengehörigkeit vereinte, brauchten sie einen Gesamtnamen und haben den der Ionier gewählt.

Es konnte nicht ausbleiben, daß sich nun der Glaube an gemeinsame Herkunft und gemeinsame Eroberung Asiens bildete und bald entsprechende Geschichten erzeugte, glücklicherweise ohne die älteren Sondertraditionen zu zerstören. Es gibt zwei solche Geschichten: die ältere leitet die Ionier aus Achaia her. Älter muß sie sein, da die Ableitung aus Athen zu allen Zeiten durch billige Hilfsmotive die Ionier oder den Ion[1] erst noch nach Achaia bringt, schon bei Herodotos. Das Achaia, das wir allein kennen, hat dieselbe Bevölkerung, die auch nördlich vom korinthischen Busen als Ätoler, Lokrer, Phoker usw. wohnt. Sie hat weder mit Äolern noch mit Ioniern irgend etwas zu tun. Keine Sonderüberlieferung irgendeiner asiatischen Stadt führt auf diese Landschaft, die für die Geschichte bis auf Arat keine Bedeutung hat, für die Kultur überhaupt nicht.[2] Die Ableitung hat also keinen realen Inhalt. In ihrer ausführlichsten Darstellung spielen die aus Sparta vertriebenen Achäer und ein Sohn des Orestes eine Rolle. Söhne des Orestes, zuerst sogar er selbst, sind auch die Führer der sogenannten äolischen Wanderung, und da treten die Stammbäume der Könige von Mytilene und Kyme hinzu. Aber auch die Äoler haben mit den realen Bewohnern von Achaia nichts zu tun. Also liegt auch hier kein realer Inhalt zugrunde, wenigstens nicht, soweit es Achaia angeht. Es handelte sich bei dieser Kombination von Hause aus gar nicht um eine Auswanderung

---

[1] So bei Velleius I, 4 und Vitruv IV, 1, bei dem ersten direkt von Athen. Das ist aber doch sekundär, denn der Bericht verfährt mit der Tradition so gewaltsam, daß er die äolische Wanderung später ansetzt. Immerhin ist es kein Irrtum der beiden Lateiner und mochte rationeller erscheinen als ein Umweg, der Ion gar nicht in sein Land gelangen ließ.

[2] Die Frage, woher der alte Achäername in der Landschaft von Helike bis Dyme sich so auf neue Bewohner übertragen hat, wie der ätolische an dem Ufer gegenüber, ist hierfür irrelevant. Vermuten mag man, daß die Bewohner des langgestreckten Küstenlandes ihn ebenfalls dem Epos entlehnten, als sie sich zu einem Bunde von 12 Städten vereinigten und Kolonien nach Italien schickten. Wir wissen ja von ihnen so gut wie nichts. In Sparta hat der Achäername vollends gar keine andere Realität, als daß man Agamemnon von Amyklai das homerische Volk beherrschen ließ. Wäre es anders, so würde es Achäer in Argos geben; aber da lieferte das Epos Ἀργεῖοι. Der Achäername ist genau so leer wie der Hellenenname, außer in Phthia, d. h. dem Phthia Achills.

von Äolern oder Ioniern, sondern von Griechen, da lag die Einführung des Achäernamens nahe. Achäer heißen ja bei Homer die unter Agamemnon vereinigten Völker mit einem Gesamtnamen, während Äoler und Ionier noch nicht existieren. Achäer waren also den Hörern Homers Ionier und Äoler, die Bewohner ihrer alten Heimat, deren sie nicht vergessen hatten, ungeachtet aller Einzelstämme. Achaia heißt auch die älteste Hellenenburg auf Rhodos.[1] Es war natürlich, daß der Zug, als den sich ihnen die Eroberung ihrer neuen Sitze nach Analogie der Iliosfahrt Agamemnons darstellte, ein Zug von Achäern war, und daß ein Sohn Agamemnons ihn führte. Die Folgerung, daß der Zug der Achäer aus dem Lande gekommen war, das nun Achaia hieß, stellte sich ohne weiteres ein, sobald man sich im Mutterlande umsah. So versteht man diese Herleitung ohne Mühe: aber damit verliert sie auch jede reale Bedeutung. Sobald sich jener Gegensatz unter den asiatischen Griechen herausstellte, den die politischen Bünde repräsentieren, mußte man nach neuen Samtnamen greifen, und da haben Kolophon, Samos, Milet und Nachbarn den Ioniernamen gewählt, und vor dem ist der achäische zurückgetreten. Es ist aber einmal eine Zeit gekommen, wo man ihn wieder vorholte. Das war in den kurzen Jahren der spartanischen Herrschaft: Timotheos von Milet hat es uns gelehrt. Er verleugnet den Namen Ionier, während ein Menschenalter vorher Herodot noch sagen konnte, daß die asiatischen Ionier auf diesen Namen Wert legten, obwohl er damals bei den übrigen Griechen, die Herodot für Ionier hielt, vor allem bei den Athenern, unbeliebt war, weil er den Nebensinn des Verweichlichten und Lasziven angenommen hatte, der dem ionischen Verse und dem ionischen Tanze immer geblieben ist.[2]

Als Athen den asiatischen Griechen das Perserjoch abnahm, bestand der Bund der zwölf ionischen Städte nicht mehr. Athen ging darauf aus, alle seine Untertanenstädte als Kolonien zu bezeichnen, um dadurch seiner Herrschaft eine innere Berechtigung zu geben. Wir lesen davon in offiziellen Dokumenten. Herodot, der Wahlathener, betrachtet alle Ionier im weitesten Sinne als ausgegangen von Athen: von der ionischen Wanderung als einer einmaligen Expedition athenischer Auswanderer unter Führung von Kodrossöhnen weiß er aber noch nichts. Der Pherekydes, der das als erster tut, kann wahrlich nicht gegen ihn aufkommen, und es gibt keine Instanz dagegen, daß

[1] Hermes XIV, 457.

[2] Dafür sollte es genügen, an das διακλᾶν Ἰωνικῶς, die Ἰωνικὰ ᾄσματα (Timotheos S. 66) in der Komödie und sonst zu erinnern. Aber auch bei Thukydides liegt im Ionischen das μαλακόν, z. B. 8, 25. Noch Platon stellt der καρτερίᾳ des Sokrates nicht ohne Absicht ein paar Ionier zur Seite, Symp. 220 *d*.

diese ionische Wanderung, die spätere Vulgata, ein Reflex des attischen Reiches ist. Den Kodros kennt Athen als Neliden von Pylos und König Athens, zuerst die athenische Kodrosschale. Aber wir können von dieser vielumstrittenen Figur absehen, denn ein Athener ist er nie gewesen und in Ionien ist er bisher nicht nachgewiesen.[1] Ein glaubhafter Zusammenhang besteht nur zwischen Milet und Athen. Aber auch hier haben die Grabungen in Milet eine moderne Annahme zerstört, die ich selbst sogar besonders ausgebildet hatte. Milet hat in alter Zeit nur drei Phylen gehabt, und nur eine von ihnen ist mit einer altattischen identisch. Überhaupt ist nicht mehr daran zu denken, daß die attischen vier irgendwo so bestanden hätten, daß sie für athenische Herkunft Zeugnis ablegten. Wenn Herodot sie ionisch nennt, so kann das nur besagen, daß sie einzeln hier und da bei Ioniern, nicht nur in Asien, bestanden. Aber seine Angabe mußte uns allerdings irreführen. Dagegen haben die Steine gelehrt, daß Priene bei seiner Neugründung und auch Milet einmal wirklich ihre Phylen aus Athen bezogen haben, aber die des Kleisthenes: damals glaubte man an die athenische Herkunft.

Der einzige Vers der Ilias (N 685), der die »Iaones in den langen Röcken« nennt, versteht darunter die Athener.[2] Aber wenn die Athener Ionier sind, wie soll das bezeugen, daß die Ionier Athener seien? Zur Erklärung zieht man passend den anderen Vers des alten Epos heran, der dieselben Iaones nennt. Das geschieht in dem Hymnus auf den delischen Apollon, der schwerlich viel jünger als jene Partie der Ilias ist. Da sind die Ionier die Festgenossen der delischen Panegyris, also die Bewohner der Kykladen, Athener, Leute von Euboia; auch die Asiaten werden nicht fehlen, ist doch der Dichter selbst aus Chios. Hier ist also Ionier ein weiter Volksbegriff, die Bezeichnung einer auf gemeinsamer Sprache, Sitte und Religion beruhenden Volkseinheit, also gar kein politischer Begriff. Wenn Leute von Lesbos und Kos auf der Panegyris waren, wie sie es zweifellos waren, so mußten sie sich gefallen lassen, mit unter die Ionier gerechnet zu werden: so geht es den Äolern ja auch auf den attischen Tribut-

[1] Ein Grab konnte er dort natürlich nicht haben, da ja seine Söhne erst hinkommen. Übrigens kann das Sprichwort εὐγενέστερος Κόδρου schwerlich athenisch sein, und Lykophron 1389 sagt von der Besiedelung der triopischen Hexapolis οἳ δ᾽ αὖ τέταρτοι τῆς Δυμαντείου σπορᾶς Λακμώνιοί τε καὶ Κυτιναῖοι κόδροι. »Die vierten sind die κόδροι aus Thessalien und Doris von Dymanengeschlecht«. da wird natürlich mit Kodros gespielt, den er bei der ionischen Wanderung übergangen hat; aber es ist kein Eigenname und auch nicht εὐήθεις, wie die moderne Erklärung ist (die Scholien irren noch schlimmer), sondern ἀρχαῖοι, ἐκ παλαιοῦ εὐγενεῖς.

[2] Auf den Athener Ἴασος O 337 läßt sich gar nichts bauen; der Name kommt z.B. in Orchomenos vor, gehört zum Ἴασον Ἄργος, und warum nicht zu der Karerstadt Ἴασος?

listen, wo sie im Ἰωνικὸς χορὸς stehen. War dieser Begriff gegeben, so konnte ein Epiker Asiens, der ja die griechische Besiedelung seiner Heimat und der Inseln ignorieren mußte, die Athener als Ionier bezeichnen. Genau in demselben Sinne faßt Herodotos den Begriff und läßt alle Ionier aus Athen stammen. In der Amphiktyonie von Delphi haben die Ionier als Volk, γένος, zwei Stimmen, eine kommt davon auf Athen, die andere auf Euboia; da haben wir dasselbe, und zwar stehen sie neben denselben Stämmen wie bei Homer im N. Dasselbe meint Solon, der Vertreter der Ionier in Delphi gewesen ist, wenn er Athen die vornehmste, meinethalben auch die älteste Stadt Ioniens nennt.[1] All das wäre ganz undenkbar, wenn der Name von den zwölf Städten Asiens stammte. Dagegen begreift man ohne weiteres, wie diese ihn gewählt haben, als sie ihren Bund von Äolern und Dorern, Karern und Lydern absondern wollten. Sie wählten ihn, weil sie sich in dem Sinne als Ionier fühlten, wie es die Umwohner des delischen Apollon taten, und vielleicht war die Stiftung von Panionien zuerst nicht eine unberechtigte Ausschließung, sondern eine Hoffnung auf künftigen Beitritt der anderen. Der Ioniername hat also im Kulturkreise von Delos dieselbe Rolle gespielt wie der Achäername bei Homer, wie im Mutterlande, offiziell wohl zuerst in Olympia, der Hellenenname, der dann den Sieg davongetragen hat. Aber die Orientalen haben für die Griechen immer den Ioniernamen verwandt: nicht von den zwölf Städten, sondern von dem delischen Kulturkreise, zu dem freilich die Küstenstädte Asiens auch gehörten, haben sie ihn übernommen. Es wäre sehr wichtig, wenn die Orientalisten die Zeit der Übernahme bestimmen könnten.

Die Orientalen haben den Namen übernommen, als er noch Iavones lautete. Das ist bei den Griechen ganz vergessen, und nur das Epos hat wenigstens die offene Form literarisch erhalten. Seltsamerweise ist aber die Betonung ganz und gar verschollen, die sich aus der Kontraktion mit Notwendigkeit ergibt. Auch die Nebenformen und Ableitungen[2] geben Rätsel auf, deren Lösung durch die Sprachwissenschaft wahrscheinlich bedeutende Konsequenzen für die Geschichte haben

[1] πρεσβύτατος bedeutet seiner Herkunft nach nichts anderes als πρέσβιστος, also den Vorrang, nicht das Alter. Beruht er auf diesem, so heißt das eigentlich πρεσβύτατος γενεῆι, Z 24. Die πρεσβυτάτη γαῖα Ἰαονίης bei Solon kann übrigens wirklich nicht ihren Vorrang aus dem Alter ableiten, denn die Länder sind doch nicht wie Kinder oder Städte hintereinander geboren.

[2] Ἰάς und Ἰάσι gehört zu Ἴανες mit zwei kurzen Silben bei Aischylos Pers. 949, und Ἰαίνα, das Meister (Ber. Sächs. Ges. 1894) bei Sophokles Fg. 58 (Hesych Ἴαννα) hergestellt hat. Wenn Oppian Kyneg. 1, 172 Ἴονες schreibt, so ist das wohl sein Versehen; die illyrischen Ἴονες, nach denen der Ἰόνιος πόντος heißt, konnten ihn verführen. Aber ob sie nur zufällig anklingen?

wird: bisher fehlt selbst den ebenso geistreichen wie ansprechenden Vermutungen unseres Philipp Buttmann die grammatische Begründung, die gerade dieser große Forscher jetzt unbedingt verlangen würde. Nur so viel läßt sich zuversichtlich sagen: die Betonung Ἴων und Ἴωνες ist nicht in Asien entstanden.

Am letzten Ende wird der Ioniername von einem kleinen Stamme herrühren, ebenso wie der der Achäer und Hellenen: der Stamm wird auch wie jene bis nach Thessalien hinauf zu verfolgen sein: aber für die Herkunft der asiatischen Ionier wird das ebensowenig ausmachen wie für die der Athener.

Sehen wir nun die obenangeführten Einzeltraditionen an. Da finden wir Leute aus Böotien in Teos, Kolophon, Milet, Priene: aber auch die Lesbier fühlen sich grade den Böotern verwandt. Aus Thessalien kommen Äoler, aber ebensogut Magneten und Triopas von Knidos und Thessalos von Kos. Aus der Argolis kommen Leute nach Samos, Klazomenai, Kos, Halikarnassos, Rhodos. Das sagt genug: die Herkunft aus der oder jener Gegend kann die Unterschiede von Äolern, Ioniern, Dorern nicht bedingen. Schon aus diesen Traditionen, und noch viel deutlicher, wenn man die Namen von Phylen und Geschlechtern hinzunimmt, tritt mit Evidenz hervor, daß alle diese Städte keine planmäßig angelegten Kolonien sind, wie sie später Milet, Phokaia, Rhodos usw. ausgesandt haben, sondern Volkssplitter sind ziemlich überallher überallhin geworfen, und aus ihnen hat sich im Laufe mehrerer Jahrhunderte ein neues Volkstum gebildet. Nur die bitterste Not hat die Auswanderer in dieser Weise durcheinanderwirbeln können. Wäre er nicht überliefert, man müßte den Einbruch fremder Eroberer erschließen. Und das ganze wunderbare Wesen der asiatischen Griechen, der Ionier zumal, in Poesie, Religion und Wissenschaft, läßt sich nur aus dem Elende eines entwurzelten Abenteurertumes begreifen.

Ein Volkselement kommt aber als das älteste fast überall vor, die Kreter, in Chios und Kolophon, in Milet und Rhodos, und gerade Kreter konnten durch keinerlei Beziehungen der späteren Zeit hineingetragen werden. Genau so steht es auf den griechischen Inseln, bis Keos und Skyros und Ikaros: und da wissen auch Herodotos und Thukydides von einer Seeherrschaft des Minos zu berichten. Die Sonderüberlieferung der Inseln, die ich nicht verfolgen will, bestätigt das auf Schritt und Tritt. Wir haben dem zu geringe Bedeutung beigemessen. Angesichts der kretischen Macht und Pracht, die von den Engländern und Italienern entdeckt ist, gewinnt es eine große Bedeutung, und selbst die Kombinationen der antiken Lokalforscher, die zwischen der Troas und Kreta einen Zusammenhang suchten, erfordern erneute Prüfung.

Dazu tritt ein Zweites. Auf den Inseln und an der asiatischen Küste treffen wir unter und neben den Griechen das vorgriechische Volk, das wir meist Karer nennen, nach dem Stamme, der auf den Inseln und in Asien vor den Ioniern weichen muß, aber auch auf dem europäischen Festlande vor und mit den Griechen gesessen hat. Seine Verwandten sind nach Herodot die Lykier, und auch die fehlen nicht, z. B. in Erythrai; in der Troas kennt sie die Ilias. Das Bergland, das die Griechen Lykien nennen, dessen Volk sich aber den Namen Tremilen gab, ist ohne Zweifel von der See aus besetzt, wie auch die Tradition lautet; auch von den Karern muß man geneigt sein, dasselbe anzunehmen. Diese Völker haben also genau dasselbe Geschick gehabt wie die griechischen Besiedler Asiens. Man soll sich nicht wundern, wenn man auch ihre Splitter an weit entlegenen Orten antrifft. Auch diese Völker leitet die Tradition aus Kreta her, und wahrlich, das Vorkommen von Namen wie Priene und Milet in Kreta und Karien ist unzweideutig. Solche Übereinstimmungen fehlen aber auch in dem eigentlichen Griechenland nicht: Mykale-Mykalessos liegt auch in Böotien und ist ein karischer Name. Ganz ebenso wie eine griechische hat es also eine karisch-lykische Wanderung gegeben.

Und ein Drittes. Keineswegs überall ist das Verhältnis zwischen den Karern oder wie sie heißen und den Griechen feindlich. Ganz unbefangen nennt sie die Tradition von Erythrai unter ihren ältesten Besiedlern, und Samos besteht aus der Griechenphyle Astypalaia und der Karerphyle Chesia. Ja, Herodot erzählt, daß irgendwo ein Doppelkönigtum von Lykiern aus dem Stamme des Glaukos und von Griechen bestanden habe, Könige aus Glaukos' Stamme öfter vorkämen. Die Szene der Ilias, in der Diomedes und Glaukos sich begrüßen und beschenken, reflektiert ein solches Verhältnis. Im Grunde fühlen ja selbst Troer und Achäer keinen Rassengegensatz. Der Stamm der Pamphyler[1], der freilich den Begriff der Mischung im Namen trägt, ist sowohl hellenisch wie barbarisch. So müssen wir für die Zeit der Wanderung ganz notwendig den Rassengegensatz ganz anders einschätzen, als seine heutige Übertreibung nahe legt. Und wenn wir von da zurückblicken auf die kretische Kultur und Kunst, so ist vielleicht die scharfe Antithese, Griechen oder Karer, gar nicht zulässig. Vollends in der Wanderzeit mußten beide den Orientalen häufig als dasselbe Volk erscheinen, mochten sie nun als Seeräuber einfallen oder als Reisläufer Dienst suchen. Den Griechen sind 1000 Jahre später die Nordvölker, die sie Skythen nannten, auch alle durcheinander gegangen. Natürlich gibt das Ergebnis einer chaotischen Wanderschaft kein Bild von diesem Chaos. Wie viele Siede-

[1] Pamphyler außer in Erythrai und Pamphylien besonders als die Urbewohner des Maiandrostales in der Gründungssage von Magnesia.

lungen werden eine Weile Bestand gehabt haben, die dann später zugrunde gegangen sind oder deren Spuren uns in der Vereinzelung rätselhaft bleiben. Auf Kypros, in Pamphylien haben sich die Griechen gehalten: die Philister, die doch auch aus Kreta stammen sollen, in Gaza und Azotos. Nordsyrien hat sich der Einwanderer erwehrt: aber Panammu von Sendjirli trägt doch den Karernamen Panamyes, wie mancher Halikarnassier heißt, der sich als Grieche fühlte, und in dem fruchtbaren Kilikien, Tarsos, Aigeai, Mallos sind nicht alle Spuren griechischer Einwanderung verwischt. Es wird niemals möglich sein, wirklich zu erkennen, warum am Ende aus dem Chaos hier eine lykische oder karische oder griechische Stadt auftaucht, und wenn sie griechisch ist, warum sie äolisch oder ionisch oder dorisch ist. Natürlich liegt sehr viel an den Ingredienzien, die sich in ihr zusammengefunden haben, aber die neue Umgebung, die Nachbarschaft, die Übermacht der Zentra in Politik und Kultur, wirken nicht weniger. Wir entnehmen der Erde die Reste des Hausrates und der Bauten, der bildenden Künste: da braucht sich gar kein nationaler Unterschied fühlbar zu machen. Um so stärker tritt er in der Sprache hervor: aber da wirkt sofort das literarische Vorbild, also die Suprematie eines geistesmächtigen Ortes oder Standes oder Mannes wie Homer aus dem äolisch-ionischen Smyrna, sei er nun Person oder Typus. Sänger sind es, die das Äolische von Lesbos zu einer festen Sprache gemacht haben: Denker haben die ionische Sprache in Milet geformt, und die Sprache und Literatur zwingt zu übereinstimmendem Reden und Denken: sie nivelliert, um zu nationalisieren. Die Einheit ist das Endergebnis des geschichtlichen Prozesses. Es geht nicht an, sie in anderem Sinne in die Urzeit zu projizieren, als wir es überhaupt mit den Fiktionen der Ursprachen tun. Aber gewiß, daß das Lesbische bei den Hörigen der Thessaler und den Herren der Kyprier so nah verwandte Mundarten findet, Lesbisch und Kyprisch, aber auch Ionisch, in den arkadischen Bergen, muß auch für die Geschichte der Volksstämme verwertet werden. Darum sind doch die Volks- und Sprachindividualitäten Äolisch, Ionisch, Dorisch erst in Asien entstanden, und die Sprachen des Mutterlandes gehen in diese Dreiheit keineswegs auf.

Die relative Zeitbestimmung für die große Wanderung, die ja lange gedauert haben muß, in eine absolute umzusetzen, wird immer nur annähernd gelingen: aber einen wichtigen Punkt gestattet doch die spezifisch archäologische Forschung ohne zu fixieren. Dragendorff hat die Gräber von Thera mit der Fülle ihres Inhaltes bis in das 9. Jahrhundert hinauf verfolgen können. Nicht sehr viel früher ist also diese Insel von Kreta aus besiedelt, denn diese Herkunft wird niemand bezweifeln, der von dem Burgberge nach der Dikte hinüberschaut.

Die Einwanderer aber gehörten bereits jenem Stamme an, der eigentlich allein Dorer heißen darf und Kreta, Sparta und Argos besetzt hat, Kreta, wie ich glaube, zuerst. Damit rückt diese letzte Völkerschiebung, die der ganzen ihren Namen gegeben hat, noch in das 2. Jahrtausend. Dagegen die dorische, auf die Herakliden von Argos zurückgeführte, und auch wirklich von dort stammende Besetzung von Kos und Rhodos muß später fallen. Sie fand vermutlich nicht viel andere Bevölkerung vor, als damals in dem nachmaligen Ionien saß. Und hier ergibt sich gleich eine Folgerung für Homer. Der Heraklide Tlepolemos steht schon in der Ilias, aber in einer Eindichtung unserer Ilias. Die Ahnen der Äoler und Ionier waren zumeist schon, ehe die eigentlichen Dorer kamen, aus ihren Sitzen verdrängt, wenn Verschiebungen auch immer noch angedauert haben werden.[1] Die Wanderungen der Karer und Lykier, wenn sie von den Griechen gesondert waren, kann man noch nicht einordnen, aber Priene und Miletos hatten ihre kretischen Namen, ehe sie griechische Herren erhielten. Nur muß man sich hüten, was man an einem Orte findet, zu verallgemeinern, und selbst von den Inseln ist manche minder verlockende erst sehr spät von Griechen besetzt, z. B. Ikaros und Amorgos. Das besonders fruchtbare Lemnos bietet die merkwürdige, schwerlich vereinzelte Erscheinung, daß eine hellenische Position wieder verloren geht. Die Sage hat das Gedächtnis an das ΛΗΜΝΙΟΝ ΚΑΚΟΝ erhalten. Da blieb das rätselhafte Volk Sieger, das die Griechen Pelasger oder Tyrsener nennen, jetzt vielfach auf Grund einer unverstandenen Inschrift des 6. Jahrhunderts vorschnell mit den Etruskern gleichgesetzt. Die in der Tat singuläre lemnische Kultur wird nun deutlicher werden, da C. Fredrich, der die Insel im Auftrage unserer Akademie bereist hat, den Inhalt der Nekropolis aufgefunden hat, der auch jene Inschrift angehört: natürlich kann das für die alte Zeit nichts lehren. Von großem Werte ist auch die Entdeckung der Gräber von Delos, die im Jahre 424 von den Athenern nach Rheneia überführt sind, und ihrem hochverdienten Finder und Hersteller Stavropulos sollte recht bald Gelegenheit gegeben werden, die Ergebnisse seiner mühevollen Arbeiten so zu veröffentlichen, wie es den Funden von Thera zuteil geworden ist. Freilich die Beobachtungen, die Thukydides eben an jenen Funden gemacht hat, werden wir nicht kontrollieren können. Er sah an den Beigaben den Unterschied der karischen und griechi-

[1] Eine solche hat natürlich noch der Einbruch der Dorer in die Täler des Inachos und Eurotas gebracht und später die Eroberung Messeniens durch Sparta. Weil diese die letzten waren, müssen sie sich am leichtesten finden lassen. Also ist hier der Punkt gegeben, wo die Analyse der geschichtlichen Traditionen anzusetzen hat, wie immer Hand in Hand mit der Analyse des Epos und der Heldensage.

schen Bestattung. Davon ist nichts zu spüren: die Athener haben offenbar den Inhalt der Barbarengräber nicht von neuem beigesetzt. So bleibt gerade der wichtige ethnische Unterschied immer noch zu suchen: es fehlt eine spezifisch karische Nekropolis. Die Funde von Rheneia führen, soweit mir eine flüchtige Betrachtung zeigte, kaum über die von Thera hinauf. Wohl aber tun das die Scherben aus dem Athenaheiligtum von Milet, das außerhalb der späteren Mauern liegt und so bereits lehrt, daß die Stadt nach der Zerstörung von 494 eine starke Verschiebung erfahren hat. Aber wenn die Griechen auch wohl etwa um die Zeit nach Milet gelangt sind, auf welche die Alexandriner geraten haben, so wäre es vorschnell, dasselbe Datum auf Ephesos oder Halikarnassos zu übertragen. Nur die Spezialforschung an jedem Orte kann uns Antwort geben.

Die abenteuernden Auswanderer werden zuerst gelebt haben wie die Achäer vor Ilios, in Blockhütten, die Homer anschaulich beschreibt: wir übersetzenl eider meistens Zelte. Sie nährten sich von dem geraubten Vieh; die Fische verschmähten sie noch. Was sie erstrebten und erreichten war, als Herren über frondenden Ackerbauern zu stehen, in Häusern zu wohnen, wie sie Homer schildert, recht bescheidenen, die nur Voreingenommenheit mit der Pracht von Knossos und Phaistos vergleichen darf, und zu Wagen, später zu Roß, in den Streit zu ziehen. Dazu haben es die Kolophonier und Magneten gebracht, und noch die herrlichen Sarkophage von Klazomenai aus dem 6. Jahrhundert zeigen ein solches Leben.

Im Mutterlande pflegt diese Ritterherrlichkeit dadurch ein Ende zu nehmen, daß die Bauern, die zinspflichtig oder hörig gewesen oder geworden waren, sich erst Anteil an den politischen Rechten, dann die Herrschaft erkämpfen: in den Städten tun es die Handwerker desgleichen.[1] In Asien lagen die Verhältnisse anders, weil die Hörigen überwiegend Barbaren waren. Wirkliche Bauerndörfer hat es wenigstens bei den Ioniern schwerlich viele gegeben. Das war auf Rhodos und Kos der Fall, auch auf Lesbos, und dessen Pflanzstädte in der Troas, Neandreia z. B. und Assos[2] sind Ackerbaustädte, die zwar dauerbar sind, aber in ihrer Vereinzelung weder politische Bedeutung gewinnen, noch die Kultur expansiv verbreiten. Dagegen Kolophons Macht ist wie die Magnesias gebrochen, als ihre Ritterschaft von den Lydern

[1] In Chalkis, Korinth, Aigina hat sich die Aristokratie neben dem Großhandel gehalten; wir können leider weder von der Verfassung noch von den wirtschaftlichen Verhältnissen dieser wichtigen Orte eine Vorstellung gewinnen.

[2] Assos (die Athener schreiben Hessos; der Name ist offenbar karisch) sieht auf der Karte wie eine Seestadt aus. An Ort und Stelle sieht man, daß es den Ansiedlern in Wahrheit auf den Ackerbau im Tale des Satnioeis ankam: es fehlt ein Hafen und eine Strandebene. Eine solche äolische Landstadt im altäolischen Asien ist auch Aigai, nach dem man sich die übrigen vorstellen kann.

und Treren vernichtet ist. Noch aus den Inschriften von Priene sieht man, daß der Zins der meist stammfremden Bebauer des Mäanderdeltas und der alten Mark von Melia die Bürger der Kleinstadt nährt: vermutlich war der Übermut Melias, gegen den die Ionier sich zu ihrem Bunde zusammenschlossen, die Erhebung der Landbevölkerung nördlich von der Mykale, durch die sich alle Nachbarn bedroht fühlten.[1] Auch Milet hat einmal vorwiegend von dem Ackerbau auf seiner Halbinsel gelebt, den die hörigen Gergither besorgten,[2] und es hat nicht an wohlmeinenden Politikern gefehlt, die nur in der Landwirtschaft das Heil der Stadt sahen.[3] Damals waren die wirtschaftlichen Zustände denen Spartas gar nicht unähnlich: die Männer lebten von ihren Frauen getrennt in Syssitien,[4] von denen das Kollegium der μολποί das vornehmste gewesen zu sein scheint, wenn sein Vorstand, der Aisymnetes, zum eponymen Beamten der Stadt geworden ist.[5] Aber für die Zukunft entscheidend ward es, daß Milet mit allen ritterlichen Idealen brach, die Industrie, vor allem die Wollweberei, an die Stelle des Ackerbaues trat, für den die aufstrebenden Völker des Hinterlandes keine neuen Äcker hergaben. Daher der Aufschwung der Schiffahrt zum Vertriebe der Waren und die Errichtung von Faktoreien und Handelskolonien. Daher der Ersatz des Ritterheeres durch die Flotte. Die 'Immerschiffer', ἀειναῦται[6], von Milet sind eine Analogie

---

[1] Die Samier haben allerdings schon Kleruchen hinübergeschickt, und in ihrem späteren Besitze Anaia sind dann freie Bauern; aber sie haben einen Teil der Ernte in natura an die Hera zu liefern. Die hellenistische Zeit beginnt, die römische der ersten Jahrhunderte vollendet die Befreiung der halb- oder ganz hörigen Bevölkerung Asiens; die Hellenisierung ist immer die Vorbedingung.

[2] Herakleides bei Athen. 523.

[3] Phokylides, Fragm. 7. Das ist auch der Sinn des novellistisch ausgeputzten Schiedsspruchs der Parier, Herodot 5, 28. Γαῖα πιστόν, θάλασσα ἄπιστον, Spruch des Thales bei Demetrios.

[4] Platon, Ges. 636 *b*. Für die Abgeschlossenheit der Frauen gibt schon Herodot ein αἴτιον; eben daher die obszönen Späße über ihre σκυτίνη ἐπικουρία. Übrigens schildert Andromache im X ein solches Männermahl.

[5] Dies scheint nach den vorläufigen Mitteilungen über die Eponymenlisten der Fall gewesen zu sein. Dann hat später der Aisymnetes den Kranz des Ζεὺς Ὀλύμπιος erhalten, der in sehr vielen Städten bald nach Alexander (ob nicht durch Alexander?) dem Eponymen den Namen στεφανηφόρος gibt. Man kann sich den Wechsel kaum anders als durch eine Verordnung von autoritativer Stelle hervorgerufen denken. Übrigens hätte ich die μολποί nicht Sänger, sondern Tänzer nennen sollen; offenbar bewahrte das Wort die homerische Bedeutung (vgl. Lehrs, Aristarch² 138). Damit werden sie den ὀρχησταί von Thera und Athen ähnlicher; auch die Kuretenkollegien haben sakrale Tänze vollführt.

[6] Den Peripatetikern war der Sinn ganz verschlossen (Plutarch, *Qu. Gr.* 32). Bezeichnenderweise bestehen sie auch in Chalkis, dort neben den ἱπποβόται. Ob die ἀειναῦται bloß die Trierarchen, d. h. die Kapitäne waren, oder auch die Seesoldaten und Ruderer, läßt sich noch nicht sehen. Die Verpflichtung der Bürger, die sich nicht selbst equipieren können, also nicht Hopliten werden, zum Flottendienste ist in Athen das Komplement zur Trierarchie der Reichen; aber die Schiffsoffiziere pflegt doch der Trierarch

zu den Naukrarien Athens, sind die Vorläufer der attischen Trierarchie. Die Pflicht, jederzeit auf Befehl des Staates mit einer Galeere in den Krieg zu ziehen, entspricht der alten Hippotrophie, der Pflicht, auf eigenem Pferde als Ritter zu dienen, die uns die Zeit des griechischen Adelsstaates so gern mit unserem Mittelalter vergleichen läßt. Von dem Leben der Ritter in Smyrna und Kolophon, das sich ganz um Krieg und Waffenspiel und Weidwerk dreht, hat die Poesie Homers, aber erst des ionischen Homer, ein buntes Bild mit den Erinnerungen an die große wilde Wikingerzeit verwoben. Nicht zwei Jahrhunderte nach dem Abschlusse der Ilias beginnt in Milet, das die Welt vom Phasis bis zum Guadalquivir, vom Don bis zum Nile kennt, die Naturwissenschaft des Thales. Welch ein Abstand: was müssen diese wenigen Generationen erlebt haben, äußerlich und innerlich. Ob die Poesie oder die Philosophie der Griechen für die Menschheit wertvoller ist, stehe dahin: in Ionien wurzeln beide.

Da ist es wohl eine Aufgabe, aller Anstrengung und Hingebung wert, den Boden kennen zu lernen, der diese Früchte ewigen Lebens hat wachsen lassen. Wie ist die Poesie Homers, wie ist die Philosophie Anaximanders möglich geworden? Danach fragen, heißt, nach der Geschichte und dem Leben Ioniens in ihrer Zeit fragen. Lachmann hat das nicht getan: Schleiermacher, dessen Abhandlung über Herakleitos 1807 das Studium der ionischen Philosophie eröffnet hat, hat es auch nicht getan. Und er wenigstens konnte es auch nicht, weil alle Mittel zur Erkenntnis fehlten. Die Aufgabe zu lösen, ist auch unsere Generation noch außerstande: aber das Ziel kann sie doch aufstellen, und der rechte Weg ist mit der planmäßigen Durchforschung des ionischen Bodens beschritten. Gewiß, den Abschluß dieser Arbeit, die für die eigentlichen Ziele doch nur Vorarbeit ist, wird kein Auge schauen, das heute leuchtet. Aber ein jeder rechte Arbeiter bescheidet sich gern, selbst nur seines Tages Werk zu tun, wenn er den Glauben hat, daß der Tag der Erfüllung kommen werde. Unsere Akademie, der Schleiermacher und Lachmann, Buttmann und Böckh angehört haben, wird jenen Tag schauen: sie wird würdig sein, ihn zu schauen, wenn sie an dem Werke jedes Arbeitstages rüstig hilft, aber zugleich auch dafür sorgt, daß die Ziele niemals niedriger gehalten werden, als sie die Wissenschaft selber steckt.

zu dingen und überhaupt den Sold zu zahlen, wenn er auch aus der Staatskasse kommt. Wie das bei der Reform des Themistokles und gar zur Zeit der Naukrarien war, wissen wir nicht. Man möchte doch die Naukrarie den Aeinauten zunächst vergleichen.

Alsdann wurden die Jahresberichte über die von der Akademie geleiteten wissenschaftlichen Unternehmungen sowie über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute erstattet.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Das wichtigste Ergebniss des abgelaufenen Jahres ist, dass die Akademie denjenigen Teil der delphischen Inschriften, den sie übernommen hatte, in der Bearbeitung des Hrn. Dr. Pomtow an die französische Akademie abgeliefert hat, der die Herausgabe zusteht. Beide Akademien waren schon früher übereingekommen, für diese Inschriften von einer Publication in Majuskeln abzusehen. Hr. Dr. Pomtow hat sich hiermit aber nicht einverstanden erklären können, so dass sein Name als Bearbeiter auf dem Titel nicht erscheinen wird. Doch wird seiner sehr mühevollen und weitgreifenden Bearbeitung der vor den französischen Ausgrabungen gefundenen Steine Dank und Anerkennung nicht fehlen. Auch ist ihm sein Manuscript leihweise zurückgegeben, nachdem es für die französische Akademie copirt war, und beide Akademien haben ausdrücklich vereinbart, dass er in seiner eigenen freien Weiterarbeit nicht behindert sein soll.

Im Drucke befinden sich nur die thessalischen Inschriften, und der Bearbeiter, Hr. Prof. Kern in Rostock, ist durch die Übernahme der Geschäfte des Oberbibliothekars gezwungen gewesen, den Druck zu unterbrechen. Doch hat er die Fortsetzung in nahe Aussicht gestellt.

Mit lebhaftem Bedauern müssen wir aussprechen, dass unser Mitarbeiter Hr. Delamarre in Paris durch dauernde schwere Krankheit immer noch verhindert ist, an die Inschriften von Amorgos die letzte Hand zu legen. Aber wir wollen die Hoffnung nicht aufgeben, dass er bereits im nächsten Jahre die Kraft gewinne, sein Manuscript abzuschliessen.

Hr. Prof. Herzog hat seine Grabungen auf Kos zum Abschluss gebracht und ist nun mit der Verarbeitung der Funde beschäftigt. Dazu gehören die Inschriften, die er schon früher für die Akademie übernommen hatte. Die Verzögerung kann gegenüber dem Gewinne nicht in Betracht kommen, und die Arbeit ist in rüstigem Fortschritte.

Hr. Dr. Kolbe, über dessen Reisen in Messenien und Lakonien im vorigen Jahre zu berichten war, hat eine Professur in Rostock übernommen, was einige Verzögerung unvermeidlich macht.

Hr. Dr. Fredrich hat mit Recht die archäologischen und topographischen Ergebnisse seiner Reisen auf den thrakischen Inseln vor der

Bearbeitung der Inschriften veröffentlichen wollen, da es für sie besonders wichtig ist, dass die Eindrücke der geschauten Objecte noch frisch sind. Ausser einem Schulprogramme über Halonnesos sind bereits mehrere Abhandlungen in den athenischen Mitteilungen gedruckt, denen andere folgen werden. Ganz besonders erfreulich ist, dass ein englischer Gelehrter, Hr. A. J. B. Wace, der einen Theil der Orte auch besucht hatte, seine Beobachtungen und Aufnahmen Hrn. Fredrich zur Verfügung gestellt hat. So wird der Wissenschaft am besten gedient, und wenn der epigraphische Ertrag der Reisen, die zunächst den Inschriften galten, hinter anderen Funden zurücksteht, und danach auch in der Veröffentlichung verfahren wird, so könnte das nur unwissenschaftliche Engherzigkeit bedauern.

Die Neubearbeitung der attischen Inschriften der römischen Zeit wird allgemein als besonders dringend empfunden. An dieses schwierige Unternehmen hat sich Hr. Prof. Joh. Kirchner gemacht; es ist ihm aber zweifelhaft geworden, ob sich die zeitliche Abgrenzung des alten Corpus Inscriptionum Atticarum aufrecht halten lässt. Daher steht die Entscheidung darüber noch aus, wie weit sich diese Erneuerung erstrecken wird. Aber die Mitarbeit eines so bewährten Forschers, die für das ganze Unternehmen von grosser Wichtigkeit ist, darf zuversichtlich erhofft werden.

Der wissenschaftliche Beamte der Akademie, Freiherr Hiller von Gaertringen, hat seine Hauptkraft auch während dieses Jahres den Inschriften von Priene zugewandt, die er für die Königlichen Museen übernommen hat. Der Abschluss darf in Jahresfrist erwartet werden. Doch hat seine Tätigkeit für das Archiv keineswegs geruht. Die Excerpirung der alten Litteratur und die Beschaffung von gedrucktem Material, das ohne Weiteres den Scheden eingeordnet werden kann, hat ihren Fortgang genommen, und wie sich einerseits die Fälle mehren, in denen das Archiv als Auskunftsstelle in Anspruch genommen wird, so darf wieder ein allgemeiner Dank an Viele ausgesprochen werden, die seinen Bestand durch Zuwendung von Abklatschen und Separatabzügen gemehrt haben, und es ist zu hoffen und zu wünschen, dass sich das nach beiden Seiten immer stärker entwickelt. Nicht für jede Gabe kann ausdrücklich hier gedankt werden, und ausser dem Deutschen archäologischen Institute ist auch das Österreichische mit unserem Unternehmen so nah verbunden, dass die gegenseitige Hilfe als selbstverständlich erscheint. Freiherr von Oppenheim in Kairo und Dr. Lucas in Charlottenburg haben uns eine grosse Anzahl Abklatsche aus Syrien zugewiesen. Von Ausländern danken wir für solche oder ähnliche Gaben besonders aus Frankreich den HH. Cagnat in Paris und Dürrbach in Toulouse, aus Belgien Hrn. Graindor in Hennut, aus

Holland Hrn. Rutgers van den Loeff, aus England Hrn. Tod in Oxford und Hrn. Hasluck in London. Dieser hat uns durch eigenhändige Excerpte aus den Papieren des englischen Reisenden Dr. Covel (17. Jahrhundert) überrascht, der eine grosse Anzahl Steine in Constantinopel und an der asiatischen Küste copirt hat, die ausser wichtigen Ortsangaben auch neue Texte liefern. Näheres behalten wir uns vor.

So bedeutet der Stillstand in der Publication keinen Stillstand in der Tätigkeit des Unternehmens.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Für den Index auctorum des VI. Bandes (Inschriften der Stadt Rom) hat Hr. Hülsen das Material auf den Bibliotheken in Rom, Paris, Florenz, Mailand, Modena, Turin vervollständigt und revidirt. Die Vorarbeiten für die übrigen Indices sind unter Leitung des Hrn. Dessau so weit vorgeschritten, dass mit ihrer Ausarbeitung im nächsten Jahre wird begonnen werden können.

Die Drucklegung der Indices zum XI. Band (Mittelitalien) ist in diesem Jahre nur wenig fortgeschritten. Die Nachträge hat Hr. Bormann auf einer Reise in Mittelitalien vervollständigt.

Die Inschriften von Germania inferior (XIII, 2, 2) hat Hr. v. Domaszewski grösstentheils bereits zum Druck gebracht, so dass der Abschluss derselben nahe bevorsteht. — Die Drucklegung des gallisch-germanischen Instrumentum (XIII, 3) hat Hr. Bohn in unausgesetzter Arbeit vollendet; die Ausgabe dieses Fascikels, der auch die von Hrn. Espérandieu in Paris bearbeiteten Augenarztstempel enthält, wird demnächst erfolgen. — Der Abschluss des ganzen XIII. Bandes wird jedoch noch einige Jahre in Anspruch nehmen, da die ungeheure Masse der germanischen Ziegelstempel nicht früher fertiggestellt werden kann. Für ihre Bearbeitung sind, in Verbindung mit der römisch-germanischen Commission und unter der Leitung ihres Directors Hrn. Dragendorff, die Vorarbeiten durch Hrn. Steiner in Angriff genommen worden. Ebenso sind für die Indices und die Karten vorbereitende Arbeiten im Gange.

Auch in diesem Jahre ist es Hrn. Dressel nicht möglich gewesen, den begonnenen Druck der dritten Abtheilung des XV. Bandes (Instrumentum der Stadt Rom) weiterzuführen; für das kommende Jahr stellt er die Wiederaufnahme desselben in Aussicht.

Von der Neubearbeitung der republikanischen Inschriften (I^2, 2) hat den ersten Abschnitt, die Inscriptiones antiquissimae, Hr. Lommatzsch in München zum Druck gebracht. Um die Vervollständigung des

Materials und die Reproductionen der Inschriften hat sich besonders Hr. Hülsen durch zahlreiche Beiträge aus Italien und Paris verdient gemacht.

Der Druck der Pompejanischen Inschriften (IV. Supplementband) hat in diesem Jahre gestockt, doch hofft im kommenden Hr. Mau den Band zum Abschluss zu bringen.

Dank der thatkräftigen Unterstützung der französischen Collegen, insbesondere der HH. Cagnat, Merlin, Gauckler, Gsell, ist das Material für die sehr umfangreichen Nachträge zu den Africanischen Inschriften (VIII. Supplementband) auch in diesem Jahre erheblich vermehrt und gesichtet worden. Für die Bearbeitung der neuerdings in Africa in grosser Zahl gefundenen Devotionstäfelchen ist Hr. Audollent in Clermont-Ferrand, der kürzlich eine vollständige Sammlung dieser Denkmäler veröffentlicht hat, durch Hrn. Cagnat gewonnen worden: Hr. Wünsch in Giessen hat freundlichst seine Mitwirkung bei der Publication zugesagt. Die Herausgeber des Supplementbandes, die HH. Cagnat und Dessau, hoffen in kurzer Zeit mit der Drucklegung des 4. Fascikels zu beginnen.

Das unter Leitung des Hrn. Dessau stehende epigraphische Archiv in der Kgl. Bibliothek steht am Dienstag von 12—2 Uhr der Benutzung offen.

Aristoteles-Commentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Von den Commentatoren des Aristoteles ist Band XIII 2, Joannes Philoponus in Analytica Priora, bearbeitet von M. Wallies, im verflossenen Jahre veröffentlicht worden. Band VIII, Simplicius in Categorias, der im Texte schon mehrere Jahre gedruckt fertiggestellt ist, konnte noch immer nicht ausgegeben werden, da der Bearbeiter, Hr. Prof. Kalbfleisch, noch weiter behindert war, den Index fertigzustellen. Die beiden noch übrigen Hefte XIII 3 und XXI 1 sind von den bewährten Mitarbeitern Prof. Wallies und Geh. Rath Hayduck bereits in Bearbeitung genommen worden.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Hr. Klebs hat die Redaction der Consularfasten so weit gefördert, dass er den Beginn des Druckes in nahe Aussicht stellen kann. Daran werden sich die Magistratslisten in der Bearbeitung des Hrn. Dessau und die zahlreichen Nachträge zu den bereits erschienenen drei Bänden anschliessen.

Politische Correspondenz FRIEDRICH'*s des Grossen.*

Bericht der HH. SCHMOLLER und KOSER.

Der 31. Band der Sammlung ist bis auf die Register im Drucke hergestellt und wird binnen Kurzem zur Ausgabe gelangen können. Er begleitet die Verhandlungen wegen der Erwerbung von Westpreussen und Ermland von ihrem Ausgangspunkte, der Rückkehr des Prinzen HEINRICH nach seinem der Kaiserin KATHARINA II. abgestatteten Besuche, bis zum Abschlusse des Theilungsvertrages zwischen Preussen und Russland (März 1771 bis einschliesslich Februar 1772). Bezeichnend für die Bedeutung, die König FRIEDRICH diesen Verhandlungen beimass, ist die ungewöhnlich grosse Zahl der eigenhändig von ihm aufgesetzten Weisungen an seinen Vertreter in Petersburg. Zur Seite gehen, auf den Verlauf der Hauptverhandlung fort und fort einwirkend, die Bemühungen der preussischen Politik um die Herbeiführung des Friedens zwischen Russland und der Pforte und um den Ausgleich der russisch-österreichischen Differenzen, welche die Gefahr eines Krieges zwischen den beiden Kaiserhöfen und damit für Preussen als Russlands Verbündeten eine Gefährdung des eigenen Friedens in sich schlossen.

Eine wesentliche Ergänzung erhielt das Material unserer Sammlung durch die Ergebnisse der Studienreisen, die Hr. Dr. VOLZ für die Zwecke seiner Editionsarbeit im vergangenen Jahre nach Dänemark und Schweden unternahm. Seine Nachforschungen erstreckten sich im Reichsarchiv zu Kopenhagen auf den Briefwechsel FRIEDRICH'S II. mit der Königin-Witwe JULIANE MARIE von Dänemark; im Reichsarchiv zu Stockholm und auf der Universitätsbibliothek zu Upsala wurden die einschlägigen Bestandtheile des litterarischen Nachlasses der Königin LUISE ULRIKE und des Königs GUSTAV III. von Schweden durchmustert. Ausserdem erhielten wir Abschriften von Briefen FRIEDRICH'S II. an LUISE ULRIKE aus dem Gräflich KLINCKOWSTRÖM'schen Familienarchiv zu Stafsund, als Ergänzungen zu der früher von dem Geheimen Staatsarchiv zu Berlin erworbenen lückenhaften Sammlung dieser Briefe.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. DRESSEL.

Alle Theile des griechischen Münzwerkes sind im verflossenen Jahre durch die Bereisung der west- und osteuropäischen Sammlungen bedeutend gefördert worden.

Die von den HH. REGLING, STRACK und MÜNZER gemeinschaftlich unternommene Reise in die Balkanländer hatte den Zweck, die für

die zwei ersten Bände des akademischen Münzwerkes (Dacien, Moesien, Thracien) ganz besonders in Betracht kommenden Localsammlungen des unteren Donaugebietes möglichst vollständig zu verwerthen, namentlich das seit der ersten Aufnahme durch Hrn. Pick neu hinzugekommene Material zu beschreiben. Während die Sammlungen in Wien, Budapest und Belgrad eine nur geringe Nachlese ergaben, war in Bukarest, Sofia, Philippopel, Klausenburg (Kolozsvár) und Agram die Ernte über alles Erwarten reich. Als besonders ergiebig für Moesien bezeichnet Hr. Regling die Specialsammlungen der HH. Soutzo und Knechtel in Bukarest, in Sofia das Museum und die Sammlungen der HH. Neudeck und Abramow. Speciell für die Münzen der Stadt Tomis, für die eine wesentliche Bereicherung kaum erwartet wurde, sind auf dieser Reise etwa 200 neue Nummern zusammengekommen, und die Nachträge für die bereits veröffentlichte erste Abtheilung von Band I (Dacien und Moesien) dürften einen Umfang erreichen, der die Ziffern des Stammbandes ungefähr verdoppelt. Auch die HH. Strack und Münzer heben hervor, dass für die wichtigsten Städte des thracischen Gebietes, abgesehen von der in den dortigen Sammlungen nur spärlich vorhandenen Silberprägung, erst auf dieser Reise eine sichere Grundlage geschaffen wurde. Dass in verhältnissmässig kurzer Zeit ein so erfreuliches Resultat erzielt werden konnte, wird der bereitwilligen Förderung von Seiten der Museumsvorsteher und Privatsammler verdankt. Ganz besonders sei hier der wirksamen Unterstützung gedacht, die das akademische Unternehmen durch die HH. Soutzo und Knechtel in Bukarest, Dobrusky und Neudeck in Sofia, Brunšmid in Agram erhalten hat, ebenso des lebhaften Interesses und thätigen Eingreifens des inzwischen verstorbenen Directors der wissenschaftlichen Sammlungen des Fürsten von Bulgarien, Hrn. Dr. Paul Leverkühn in Sofia.

Für die Gebiete von Mysien und Troas wurden von Hrn. von Fritze die wichtigsten Sammlungen Hollands, Belgiens und Dänemarks, in Frankreich das *Cabinet des médailles* und die Vorräthe der Münzhandlung Rollin et Feuardent in Paris, in England das Münzcabinet des *British Museum*, die Sammlung des Sir Hermann Weber in London sowie die Sammlungen in Cambridge und Oxford, zuletzt die Sammlung des Hrn. Consul Weber in Hamburg vollständig verwerthet. Die Arbeit wurde überall in entgegenkommender Weise gefördert; ganz besonderer Dank gebührt Hrn. Ernest Babelon in Paris für die Hrn. von Fritze verständnissvoll gewährte Erlaubniss, die nöthigen Siegellackabdrücke selber nehmen zu dürfen, Hrn. Barclay V. Head in London für die in grosser Zahl zur Verfügung gestellten Münzabdrücke und Hrn. Dr. Jörgensen in Kopenhagen für die Ver-

längerung der sonst üblichen Arbeitszeit. Auch die aufopfernde Unterstützung, die Reverend SEARLE bei der Benutzung der Sammlung Leake im Fitz-William-Museum zu Cambridge gewährte, ist rühmend hervorzuheben. Das Gesammtergebniss der Reise, auf der auch zahlreiche Desiderata für das thracische und macedonische Gebiet erledigt werden konnten, ist ein in jeder Weise befriedigendes gewesen.

Für den Band der karischen Münzen hat Hr. KUBITSCHEK die bereits im vorigen Jahre beabsichtigte Reise nach Athen nunmehr zur Ausführung gebracht und, ausser den wichtigeren Privatsammlungen, den Bestand des dortigen Münzcabinets aufgenommen. Auch in Athen fand Hr. KUBITSCHEK bereitwilliges Entgegenkommen; zumal die in jeder Beziehung wirksame Förderung seitens des Directors des Münzcabinets Hrn. SVORONOS ist hier mit Dank zu erwähnen. Es ist zu hoffen, dass im Laufe dieses Jahres mit der Drucklegung begonnen werden kann.

Von dem schon seit Jahren im Drucke befindlichen macedonischen Bande hat Hr. GAEBLER im verflossenen Jahre sechs Bogen fertiggestellt; der Satz ist bis zum 12. Bogen, Schluss der Koinon-Münzen, vorgeschritten. Die Verzögerung während der letzten zwei Jahre erklärt sich zum Theil durch die vielen nöthig gewordenen Revisionen sowie durch den nicht unbeträchtlichen Zuwachs, der während der Reisen für die übrigen Münzbände auch für den im Drucke befindlichen macedonischen Abschnitt sich ergab und grösstentheils noch in die Correcturabzüge eingefügt werden musste.

Acta Borussica.

Bericht der HH. SCHMOLLER und KOSER.

Die beiden Bände, die Briefe König FRIEDRICH WILHELM's I. an den Fürsten LEOPOLD zu Anhalt-Dessau, bearbeitet von Prof. Dr. KRAUSKE (Königsberg i. Pr.) und die Acten der inneren Staatsverwaltung, Band VII (Januar 1746 bis Mai 1748), bearbeitet von Prof. Dr. HINTZE (Berlin), lagen nach dem Bericht des Vorjahres (1904) zur Ausgabe bereit und sind im Januar 1905 ausgegeben worden. Über ihren Inhalt ist im letzten Jahresbericht das Nöthige gesagt.

Der Band VIII der Acten der inneren Staatsverwaltung (von Prof. Dr. HINTZE) ist seit October 1905 fertig gedruckt; das Register wurde im December von Hrn. TAEGE abgeschlossen. Der Band reicht vom 21. Mai 1748 bis 1. August 1750. Die Durchführung der Justizreform, der grosse Kampf zwischen Justiz- und Verwaltungsbehörden um das Ressortreglement von 1749 und die Verfassungsänderung in Ostfriesland bilden seinen Hauptinhalt. Von seiner Fortsetzung, Band IX, liegen die Bogen 1—14 (bis 1. September 1751 reichend) gedruckt vor.

Von der Fortsetzung der Acten der inneren Staatsverwaltung unter Friedrich Wilhelm I., welche Dr. Stolze bearbeitet, ist Band IV (vom 8. Januar 1723 an) im Druck: 25 Bogen liegen gedruckt vor. Der Band ist wesentlich der Einzelausführung der grossen Verwaltungsreform vom December 1722 und Januar 1723, welche sich auf die Bildung des Generaldirectoriums und der Kriegs- und Domänenkammern bezieht, gewidmet. Das Manuscript bis 1730 liegt fertig vor.

Der zweite Theil der Münzgeschichte (Darstellung und Acten von 1740 bis 1786), von Dr. Frhr. von Schrötter fertiggestellt, harrt noch der Durchsicht der Commission.

Dr. Rachel ist mit der Durchsicht und Bearbeitung der Archivalien über die Zoll-, Accise- und Handelsverfassung, hauptsächlich bis 1713, theilweise auch schon über diesen Termin hinaus, beschäftigt.

Dr. Martin Hass haben wir seit Mitte dieses Jahres als Mitarbeiter gewonnen; er hat die Bearbeitung der Acten der inneren Staatsverwaltung von Beginn des 7jährigen Krieges an übernommen.

Ebenso haben wir endlich für den leider zu früh verstorbenen Prof. Dr. Naudé einen passenden Nachfolger in Dr. August Skalweit gewonnen; er wird vom 1. April 1906 an die Fortführung der Abtheilung Getreidehandelspolitik und Magazinverwaltung übernehmen.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Dilthey.

In der Abtheilung der Werke ist Bd. II (Vorkritische Schriften II) erschienen. Bd. V und VII werden in den nächsten Wochen ausgegeben werden.

Die Abtheilung des Briefwechsels hat ihren Herausgeber, Hrn. R. Reicke, durch den Tod verloren. Verhandlungen in Bezug auf die Vollendung von Bd. IV des Briefwechsels finden augenblicklich statt.

Der Druck des handschriftlichen Nachlasses wird nach den Mittheilungen des Hrn. Adickes noch in diesem Jahre beginnen können.

Ibn Saad-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Sachau.

Über den Fortschritt in der Bearbeitung und Edition des arabischen Geschichtswerks von Ibn Saad, über den Gründer des Islams, Muhammed, seine Mitarbeiter und Mitstreiter und ihre Nachfolger in den ersten zwei Jahrhunderten, ist zu berichten, dass gegen Ende

des verflossenen Jahres der Vollband V erschienen ist: »Biographien der Nachfolger in Medina, sowie der Gefährten und der Nachfolger in dem übrigen Arabien. Herausgegeben von Prof. Dr. K. V. Zettersteén, ordentlichem Professor an der Universität in Upsala.«

Zu gleicher Zeit ist Theil 1 von Band I ausgegeben, welcher das erste Viertel der Biographie Muhammed's enthält: »Biographie Muhammed's bis zur Flucht. Herausgegeben von Eugen Mittwoch.«

Beide Herausgeber, Hr. Prof. Dr. Zettersteén in Upsala und Hr. Dr. Mittwoch, Privatdocent an der Universität Berlin, haben durch ihre selbstlose vieljährige Mitarbeit an diesem Unternehmen die Akademie zu Dank verpflichtet.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

An der Spitze unseres diesjährigen Berichtes haben wir dankbarst der Gnade zu gedenken, die uns von Allerhöchster Stelle zu Theil geworden ist. Seine Majestät der Kaiser hat unserem Unternehmen die Summe von 50000 Mark für die Jahre 1906—1911 bewilligt und hat es uns damit ermöglicht, unser Werk zu Ende zu führen.

Auch für die besondere Aufgabe, die sich mit unserem Unternehmen verbindet, die Bearbeitung der Inschriften der griechisch-römischen Epoche, konnte dank einer Bewilligung der Kgl. Akademie weiter gesorgt werden.

Für die Zeit der Drucklegung unseres Unternehmens trafen wir Vorsorge, indem wir mit der Firma Wilhelm Engelmann einen Verlagsvertrag abschlossen.

Die Hauptaufgabe dieses Jahres war es, die letzten grossen Lücken unseres Materials auszufüllen und damit den Abschluss der Verzettelung vorzubereiten. Vor Allem galt es die grossen Tempel von Theben und die dortigen Privatgräber, die meist nur in ungenügenden Publicationen vorliegen, aus den Originalen selbst zu gewinnen. Die Vorarbeiten zu diesem Unternehmen waren schon im vorigen Berichtjahre fertiggestellt worden, und so gelang es Prof. Sethe in den Monaten October bis Mai die Aufgabe in einer Weise zu lösen, die unsere Erwartungen übertraf. Aus den Tempeln von Karnak, Luxor, Medinet Habu, Gurna und dem Rameseum fehlt uns nunmehr keine wesentliche Inschrift mehr, und von den Privatgräbern Thebens liegen uns nicht weniger als 120 in verlässlichen Abschriften vor. Eine willkommene Ergänzung fand dieses Material in einer Sammlung theba-

nischer Abklatsche, die Prof. Steindorff gütigst zur Verfügung stellte. Damit hat unser Werk auch für die grosse Zeit des neuen Reiches eine ebenso feste Basis erhalten, wie seiner Zeit für die älteste Zeit durch die Abklatsche der Pyramidentexte.

Kaum minder werthvoll war die Gewinnung der noch ausstehenden Papyrus des neuen Reiches, die wir vor Allem Hrn. Gardiner verdanken. Er arbeitete zunächst in England und dann während mehrerer Monate in Leiden und Turin, wo er von den HH. Dr. Boeser und Director Schiaparelli auf das Liebenswürdigste gefördert wurde, so dass er unserem Unternehmen eine überraschende Menge wichtigen Materials zuführen konnte.

An diesen Zuwachs schloss sich dann am Ende des Berichtjahres eine andere wichtige Bereicherung. Hr. Golenischeff hatte die grosse Güte, uns die werthvollsten Papyrus seiner Sammlung zu bringen und deren Copie zu gestatten.

Bei der Bearbeitung des Tempels von Dendera, der die Abklatsche des Kgl. Museums zu Grunde liegen, gebrach es uns bislang an jedem Material für die wichtigen Räume des Daches. Zu unserer Freude fanden sich jetzt die hier fehlenden Abklatsche in der Göttinger Bibliothek, die sie uns freundlichst zur Verfügung stellte.

Auch für den Tempel von Edfu, dessen Verarbeitung im nächsten Jahre beginnen soll, wurde uns dank dem Entgegenkommen des Hrn. Generaldirectors Maspero und der Familie Rochemonteix ein reiches Material von Abklatschen zugänglich gemacht, das sich in Paris befindet. Hr. Dr. Junker unterwarf dasselbe einer ersten Prüfung; die eigentliche Benutzung wird erst im nächsten Berichtjahre stattfinden.

Aus dem Museum von Kairo, dessen Inschriften des alten und mittleren Reiches wir bereits besassen, brachte uns Prof. Sethe noch die sämmtlichen Inschriften des neuen Reiches und einen grossen Theil der Inschriften der Spätzeit.

Endlich bereicherte Hr. Dr. Wreszinski unser Material noch in dankenswerther Weise um die Inschriften der Wiener Sammlung und um solche aus kleineren österreichischen und italienischen Museen.

Auch den HH. Borchardt, Carter, Lefébure, Sgulmero (Museo Civico, Verona), Spiegelberg und Frl. Macdonald (Kings College, Aberdeen) sind wir für Mittheilung einzelner Copien zu Dank verpflichtet.

Um eine sichere Grundlage für die Zukunft unseres Unternehmens zu gewinnen, wurde der schon im vorigen Jahre gemachte Versuch, einen einzelnen Abschnitt zu bearbeiten, in grösserem Maassstabe wiederholt: die HH. Erman und Roeder arbeiteten die Abschnitte *ḥm* und *ḥn* aus.

Obgleich verschiedene unserer Mitarbeiter einen grossen Theil des Jahres mit Collationsarbeiten und mit der eben gedachten Probebear-

beitung beschäftigt waren, konnten doch 6875 Stellen verzettelt werden. Alphabetisirt wurden 116072 Zettel. Im Ganzen sind bisher verzettelt 33749 Stellen, die etwa 700000 Zettel ergeben haben, von denen 585757 alphabetisirt sind.

Im Einzelnen wurden folgende Texte verarbeitet:

Religiöse Litteratur: Das von Graf Schack begonnene Amduat setzte Hr. Erman bis zur achten Stunde fort. — Das Todtenbuch des neuen Reiches förderte Hr. Roeder bis Capitel 175. — Osirishymnus der Bibliothèque nationale. (Hr. Wreszinski.) — Grosser Zauberpapyrus in Leiden. (Hr. Gardiner.)

Ältere Litteratur: Geschichte des beredten Bauern. (Hr. Vogelsang.)

Geschäftliche Texte: Die Papyrus Anastasi 8 und 9. (Hr. Gardiner.)

Gräberinschriften u. Ä.: Inschriften von Hatnub. (Hr. Gardiner.) — Dendera. (Hr. Roeder.) — Rechmere. (Hr. Gardiner.) — Thebanische Gräber. (Hr. Roeder.)

Tempelinschriften: Elephantine. (Hr. Sethe.) — Die Thutmosis-Annalen wurden von Hrn. Wreszinski fertiggestellt. — Inschriften des Mont-em-het. (Hr. Wreszinski.) — Saftelhenne. (Hr. Roeder.)

Tempel der griechisch-römischen Zeit: Der Tempel von Dendera wurde nach mehr als zweijähriger Arbeit von Hrn. Junker fertiggestellt.

Einzelne Inschriften und Denkmäler: Petrie, Hawara, Kahun und Illahun. (Hr. Erman.) — Die HH. Gardiner, Roeder und Wreszinski bearbeiteten zahlreiche Stücke der europäischen Museen, zum Theil als Nachträge zu früheren Arbeiten.

An der Verzettelung arbeiteten die HH. Erman, Gardiner, Junker, Roeder, Sethe, Vogelsang und Wreszinski. Ein anderer treuer Mitarbeiter, Hr. Graf Schack-Schackenburg, wurde uns nach langem Leiden durch den Tod entrissen; der Ernst und die Gewissenhaftigkeit, mit der er seine Aufgabe durchführte, wird uns allen unvergesslich bleiben.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Die von Hrn. Ritterling fortgeführten Vorarbeiten sind durch Wegberufung des von ihm für dieselben gewonnenen Hülfsarbeiters unterbrochen worden, so dass auf den Beginn der Drucklegung auch im nächsten Jahre kaum zu hoffen ist.

Codex Theodosianus.

Bericht des Hrn. Diels.

Der zweite Band der Ausgabe des Theodosianus ist dem ersten auf dem Fusse gefolgt. Im November verflossenen Jahres sind die darin enthaltenen Leges Novellae ad Theodosianum pertinentes in der Bearbeitung des Hrn. Dr. Paul M. Meyer im Buchhandel erschienen. Damit ist das letzte Werk Mommsen's vollendet.

Das Thierreich.

Bericht von Hrn. F. E. Schulze.

Im Mai des verflossenen Jahres erschien der erste Theil der Bearbeitung der Strudelwürmer, *Turbellaria*, von Hrn. Prof. Ludwig von Graff (Graz). Er behandelt die kleine, aber wegen ihrer Organisationsverhältnisse ein hervorragendes Interesse beanspruchende Gruppe der *Acoela*. Als nächste Lieferung wurde im October die von den HH. H. Stichel (Hagen) und H. Riffarth (Berlin) ausgeführte Bearbeitung der *Heliconiidae* herausgegeben. Begleitet von zahlreichen Abbildungen, die nach Photographien der Originale hergestellt sind, bringt diese Lieferung die schwierig zu behandelnde Systematik einer Schmetterlingsgruppe, welche durch grossen Formenreichthum und weitgehende Variationsfähigkeit ausgezeichnet ist.

Dass die schon seit dem vorletzten Jahre im Druck befindliche 21. Lieferung, welche die von Hrn. T. Stebbing (Tunbridge Wells) ausgeführte Bearbeitung der Crustaceengruppe *Amphipoda* enthält, noch nicht völlig fertiggestellt ist, hat seinen Grund in deren bedeutendem Umfang von etwa 50 Druckbogen. Doch steht der Abschluss dieses Bandes in kurzem bevor.

Im Anschluss an meine im Vorjahre gegebene Darstellung der Thätigkeit, welche die Leitung des Unternehmens der internationalen Regelung der zoologischen Nomenclatur gewidmet hat, nehme ich heute Gelegenheit, über eine Arbeit zu berichten, die in diesem Jahre in Angriff genommen wurde, um den aus den internationalen Beschlüssen sich ergebenden Consequenzen gerecht zu werden, nämlich die Herstellung eines alphabetisch geordneten Verzeichnisses sämmtlicher Gattungs- und Untergattungsnamen. Durch die endgültige Codificirung einiger grundlegenden Bestimmungen über die Benennung der Gattungen und Untergattungen ist die Systematik vor eine nicht mehr leicht zu nehmende Aufgabe gestellt, welche durch die Unzulänglichkeit der Hülfsmittel der zoologischen Litteratur be-

sondere Schwierigkeiten gewinnt. Die Prüfung, ob ein Name im Thierreich schon vergeben ist oder nicht, ebenso wie die Sammlung aller Synonyme erfordert umständliche und zeitraubende Arbeiten, deren Ergebniss überdiess ein noch immer sehr unsicheres bleibt. Die Wichtigkeit der Ermittelung einer unanfechtbaren Benennung schien mir aber so gross zu sein, dass ich mich veranlasst sah, auf Kosten der an sich ja höchst wünschenswerthen Beschleunigung der Herausgabe des »Thierreichs« die Anlage eines solchen nomenclatorischen Cataloges in Angriff zu nehmen, welcher bestimmt ist, die schon vorhandenen litterarischen Hülfsmittel der Art in möglichst vollkommener Weise zu ergänzen. Die guten Fortschritte dieses Unternehmens, das ich den Händen des Prof. von Maehrenthal anvertraut habe, berechtigen mich zu der Hoffnung, bald über einen erfolgreichen Abschluss berichten zu können.

Das Pflanzenreich.

Bericht der Commission, erstattet in Vertretung des Hrn. Engler durch Hrn. Waldeyer auf Grund von Angaben des Hrn. Dr. Harms.

Die Herausgabe des Werkes »Das Pflanzenreich« hat unter der Leitung des Hrn. Engler regelmässigen Fortgang genommen: es erschienen im Jahre 1905:

Heft 21. A. Engler: *Araceae-Pothoideae*; Heft 22. F. Pax und R. Knuth: *Primulaceae*; Heft 23. Anton K. Schindler: *Halorrhagaceae*; Heft 24. K. Krause: *Aponogetonaceae*.

Von der grossen und morphologisch höchst eigenartigen Familie der *Araceae*, mit deren Studium der Herausgeber seit vielen Jahren beschäftigt ist und die er bereits einmal vor längerer Zeit monographisch behandelt hat, wurde hier zunächst die Unterfamilie der *Pothoideae* in dem 21 Bogen starken Hefte 21 einer erneuten Darstellung unterworfen; sie enthält u. a. die umfangreiche, an 500 Arten zählende Gattung *Anthurium*, die im tropischen America, besonders im Gebiete der Anden, reich entwickelt ist und hier eine ganz erstaunliche, kaum zu bewältigende Formenfülle entfaltet, so dass fast jede Sammlung andiner Pflanzen uns wieder neue Arten dieses Genus kennen lehrt. — Das 22. Heft (24 Bogen) enthält eine Monographie der *Primulaceae* von Prof. Dr. F. Pax (Breslau) und Dr. R. Knuth (Berlin). Prof. Dr. Pax hat den allgemeinen Abschnitt und die unendlich formenreiche Gattung *Primula* bearbeitet, die bekanntlich in der Vegetation der Gebirge der nördlichen gemässigten Zone eine so bedeutende Rolle spielt; Dr. R. Knuth hat die übrigen

21 Gattungen behandelt. Dem Hefte wurden zwei von Prof. PAX entworfene Karten beigegeben, die die geographische Verbreitung der Gruppen der Primeln im allgemeinen, und im besondern die der Section *Auricula* innerhalb der Alpen veranschaulichen helfen. — Die Familie der *Halorrhagaceae* bedurfte bereits seit längerer Zeit einer zusammenfassenden Übersicht. Auf Anregung von Prof. Dr. C. MEZ (Halle) unterzog sich Dr. ANTON K. SCHINDLER (Halle) dieser Aufgabe, und im 23. Heft (9 Bogen) finden wir die Ergebnisse seiner Studien niedergelegt. Da der Verfasser an die Hochschule in Peking berufen wurde, so übernahm Prof. Dr. MEZ die Fertigstellung des im übrigen fast völlig abgeschlossen hinterlassenen Manuscripts und erledigte ausserdem in dankenswerther Weise die Correctur. — Das jüngst erschienene Heft 24 ist nur geringen Umfanges ($1\frac{1}{2}$ Bogen): es enthält die *Aponogetonaceae*, die Dr. K. KRAUSE (Berlin) mit Unterstützung von A. ENGLER bearbeitete: es handelt sich in diesem Falle um eine nur aus einer Gattung bestehende Familie tropischer Wasserpflanzen, die in Morphologie und Anatomie manches Interessante bietet und zu einer Reihe von Familien gehört, von der bereits früher einige (*Scheuchzeriaceae*, *Alismataceae*, *Butomaceae*, *Najadaceae*) ihre Bearbeitung im »Pflanzenreich« fanden: es steht zu erwarten, dass diese, *Helobiae* genannte Reihe in den nächsten Jahren zum Abschluss gelangt, da bereits einige Autoren mit der Bearbeitung der noch übrigen Familien der Reihe beschäftigt sind.

Im Druck befindet sich zur Zeit das 25. Heft: es wird die *Juncaceae* von Prof. Dr. F. BUCHENAU (Bremen) bringen und dürfte, da der Druck bereits weit vorgeschritten ist, in kurzer Frist erscheinen. Demnächst werden die bereits im Manuscript fertig vorliegenden *Droseraceae* von Dr. L. DIELS und die *Papaveraceae* von Dr. F. FEDDE dem Druck übergeben werden.

Geschichte des Fixsternhimmels.

Bericht des Hrn. AUWERS.

Im Berichtsjahr sind rund 100000 Catalogörter auf die Zettel übertragen worden. Die Eintragungen stehen jetzt bei der Epoche 1887, jedoch bleiben noch einige frühere Cataloge nachzutragen, die aus besonderen Gründen einstweilen zurückgestellt wurden.

Von dem Fehlerverzeichniss sind weitere 7 Bogen gedruckt, die sämmtlich noch zu der Epoche 1825 gehören: 6 dieser Bogen werden von den neuen Berichtigungen zu den Königsberger Zonen und einer Übersicht über die grösseren Fehler in den WEISSE'schen Catalogen ausgefüllt. In dieser Übersicht wurden, damit die Cataloge nach entsprechender Berichtigung wenigstens als einigermassen verlässliche In-

dices zu den Zonenbeobachtungen benutzt werden können, alle Nummern zusammengestellt, bei denen die Rectascensionen Correcturen von 10ˢ oder mehr, die Declinationen solche von 3′ oder mehr erhalten haben, etwa 700 an Zahl. Die Gesammtzahl der bis jetzt bekannt gewordenen Fehler in den Weisse'schen Catalogen beläuft sich aber auf weit mehr als das Zehnfache. Nachdem 1433 Berichtigungen bereits in den Listen der Corrigenda bei Ausgabe der beiden Bände angezeigt und weiter 2064 Örter auf Grund des Argelander'schen Fehlerverzeichnisses zu den Zonen berichtigt worden sind, enthält ein für den Gebrauch bei der »Geschichte des Fixsternhimmels« angelegtes Verzeichniss der weiter aufgefundenen Fehler nicht weniger als 3255 Nummern des ersten und 2063 des zweiten Catalogs. Wie die Cataloge gedruckt sind, finden sich nach dem gegenwärtigen Stande der Revision: im ersten bei 31085 Sternen 4646 Fehler, im zweiten bei 37862 Örtern, von 31445 Sternen, 3666 Fehler, und dabei ist anzunehmen, dass die Reductionsfehler erst sehr unvollständig, in der Hauptsache nur die grösseren, bemerkt sein werden. Es kann der Fixsternkunde gewiss nicht zum Vortheil gereichen, wenn so incorrecten Sterncatalogen durch Abklatsche, wie man sie neuerdings beliebt hat, das Leben künstlich verlängert, und eine Neubearbeitung weiter dadurch erschwert und verzögert wird, dass die Empfindung ihrer Nothwendigkeit abgeschwächt oder auf engere Kreise beschränkt wird.

Ausgabe der Werke Wilhelm von Humboldt's.

Bericht des Hrn. Schmidt.

Von der Ausgabe der »Gesammelten Schriften« Wilhelm von Humboldt's ist 1905 Bd. 4 in Leitzmann's Bearbeitung erschienen, womit die lange Reihe sprachwissenschaftlicher Arbeiten beginnt, für die ausser den bekannten Drucken ein überreiches, natürlich nicht völlig auszuschöpfendes Material an Handschriften vorliegt. Das Kawi-Werk und kleinere linguistische Einzelstudien werden überhaupt nicht aufgenommen, doch erscheint hier u. a. ein für die Akademie bestimmter »Versuch einer Analyse der mexikanischen Sprache«. Bd. 5, die Schriften von 1823 bis 1827 umfassend, ist im Druck. Aus dem Nachlass B. Gebhardt's sind dank freundlichem Entgegenkommen seiner Schwester zahlreiche Briefcopien angekauft worden: ein genaues Gutachten des Hrn. Prof. Dr. Leitzmann hat gezeigt, wie viel noch aus den Archiven nachzutragen bleibt. Korrespondenzen haben beigesteuert Frau Gräfin von der Groeben in Nassau (an Stein) und Kammerherr von Motz in Breslau (an seinen Grossvater).

Deutsche Commission.

Bericht der HH. Burdach, Roethe und Schmidt.

Die Deutsche Commission erfüllt freudig eine Pflicht der Dankbarkeit, wenn sie an erster Stelle eines hochherzigen Geschenkes gedenkt, das es ihr ermöglicht hat, ihre Arbeiten in vollem Umfange weiterzuführen. Hr. Dr. C. A. von Martius hat im Februar 1905 der Akademie für die Deutsche Commission die Summe von 15000 Mark zur Verfügung gestellt. Dass ein Mann, dessen eigenes Arbeitsgebiet den Naturwissenschaften angehört, der Erforschung unserer nationalen Geistesgeschichte eine so reiche Förderung hat zu Theil werden lassen, ist eine besonders erfreuliche Erscheinung.

Für die nächste Zukunft dürfen dank dem verständnissvollen und thätigen Interesse, das sowohl das Cultus- wie das Finanzministerium unseren Plänen entgegenbringen, die Mittel als gesichert gelten, die zu einem gedeihlichen Fortschritt unserer Arbeiten nöthig sind.

Besonders reich hat sich im vergangenen Jahre die Inventarisation der litterarischen deutschen Handschriften entwickelt. Sehr zahlreiche Beschreibungen hat Hr. Prof. Ferdinand Vetter aus den schweizerischen Bibliotheken eingesandt: vertreten sind da Aarau (z. B. mit einer noch unbekannten Handschrift des Barlaam aus der Cantonsbibliothek), Chur, Einsiedeln, Glarus, Schaffhausen, St. Gallen, Solothurn. Hr. Prof. Dr. Renward Brandstetter hat die Aufnahme der Luzerner Stadtbibliothek fortgesetzt. Handschriften des Berner Staatsarchivs, die Hr. Staatsarchivar Dr. Rudolf Wackernagel beschrieben hat, bringen u. A. werthvolle Kunde von dem privaten und politischen Leben der Schweiz in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts: so die Correspondenz des Baseler Bürgermeisters Joh. Rud. Wettstein und die Autobiographie des Hans Jacob Mentzinger († 1668) zu Diessenhofen im Thurgau.

Die grössten Schwierigkeiten bereiten naturgemäss einer erschöpfenden Inventarisation nach unserem Plane die ganz grossen Handschriftensammlungen. Um so erwünschter ist es, dass für die Handschriften der Wiener Hofbibliothek, deren Aufnahme durch die HH. Dr. V. Junk und Dr. Robert F. Arnold sowie einzelne gelegentliche Beschreiber (die HH. Steinmann und Heymann in Berlin) noch in den Anfängen steht, bei der entgegenkommenden Theilnahme des Directors der Hofbibliothek Hrn. Hofrath Prof. Dr. Karabacek ein guter Fortgang der weitschichtigen Arbeit sich erhoffen lässt. Die Ausschöpfung der reichsten und wichtigsten Schatzkammer älterer deutscher Handschriften, der Hof- und Staatsbibliothek in München, hat

vor Kurzem deren Director. Hr. Geheimrath Dr. von Laubmann, mit rühmlicher Bereitwilligkeit dadurch erleichtert, dass er im Einverständniss mit dem Königlich bayerischen Cultusministerium zwei seiner Beamten, die HH. Dr. Leidinger und Dr. Petzet, ermächtigt hat, bei der ihnen obliegenden amtlichen Neubearbeitung des gedruckten Handschriftenkatalogs von allen einschlägigen Handschriften uns Beschreibungen nach unseren Grundsätzen zu liefern und so an unserem Unternehmen direct mitzuwirken, und dass er gleichzeitig allen unseren eigenen, für die Münchener Staatsbibliothek thätigen Mitarbeitern (bisher sind es nur Hr. Privatdocent Dr. Fr. von der Leyen in München und gelegentliche Beschreiber, die HH. Kriesten, Schapper, Voigt in Berlin) jede mögliche Unterstützung zugesagt hat. Unmittelbar vor Abschluss dieses Berichts sind von den HH. Dr. Leidinger und Dr. Petzet Beschreibungen 27 wichtiger Münchener Handschriften als ein vielversprechender Anfang der Mitarbeit der dortigen Bibliotheksverwaltung bereits bei uns eingegangen. Doch bleibt auch so hier eine besonders grosse und höchst mühevolle Aufgabe für uns bestehen. Auch die zerstreuten Handschriftenbestände der übrigen bayerischen Bibliotheken werden nur bewältigt werden können durch planmässige Bereisung seitens eigens dazu von uns beauftragter Gelehrter.

Eine Handschrift der Fürstlichen Hofbibliothek in Donaueschingen hat Hr. Kriesten in Berlin beschrieben.

Hr. Walther Dolch hat die Inventarisirung böhmischer Bibliotheken und Archive (Brüx, Eger, Leitmeritz, Prag, Saaz) sehr lebhaft gefördert: schon 270 Handschriftenbeschreibungen liegen von seiner fleissigen Hand vor. Namentlich die genau eingehenden Analysen vieler Prager Sammelhandschriften sind äusserst förderlich für die Geschichte der geistlichen Litteratur im Zeitalter der böhmisch-schlesischen vorreformatorischen Bewegungen (z. B. Prag, Universitätsbibliothek XVI G 28: deutsche Gebete, darunter solche von Johann von Neumarkt und Milič von Kremsier, deren Edition bevorsteht; — ebenda XVI F 8: deutsche erbauliche Tractate, darunter des Matthäus von Krakau »Kampfkrieg der Vernunft und des Gewissens«). Erwähnt sei noch das Herbergsbuch der Seifensieder-Innung zu Brüx aus den Jahren 1652—1664, mit Handwerkssprüchen, Liebesverslein, mancherlei Volksliedern und Gnomen.

Neu eingetreten ist als Mitarbeiter auf die dankenswerthe Vermittelung des Hrn. Prof. Dr. Siebs in Breslau Hr. Dr. Joseph Klapper: eine beträchtliche Anzahl (82) von Handschriften der Breslauer Universitätsbibliothek hat er bereits inventarisiren können. — Hr. Dr. Euling in Königsberg hat weitere Handschriften der Fürstlich Dohna'schen Bibliothek in Schlobitten beschrieben.

Die Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin hat Hr. Prof. Dr. Emil Henrici in Bearbeitung genommen und namentlich die Foliohandschriften bereits energisch gefördert; selbst für diese vielbenutzte Sammlung ergiebt die genaue Beschreibung allerorten neue Nachweise. Aus Incunabeln und anderen älteren Drucken der Schöppenstuhlbibliothek des Königlichen Amtsgerichts und der alten Bibliothek der Katharinenkirche zu Brandenburg a. H. hat Hr. Oberlehrer Grupp Handschriftenbruchstücke und handschriftliche Einträge gesammelt. Zwei Rechtshandschriften der Magistratsbibliothek zu Schwiebus beschrieb Hr. Dr. Borchling in Göttingen.

Hr. Dr. Prönnecke nahm die Handschriften der Magdeburger Bibliotheken auf (Städtische Hauptbücherei, Staatsarchiv, Domgymnasium) und stiess dabei auf neue Bruchstücke der Wiggert'schen Psalmen. Die Handschriften der Francke'schen Stiftungen in Halle hat Hr. Oberlehrer Dr. Weiske, die des Mühlhauser Stadtarchivs Hr. Prof. Dr. Emil Kettner, die des Ilfelder Gymnasiums Hr. Prof. Dr. Lattmann beschrieben. Unergiebig blieben Nachforschungen, die Hr. Oberlehrer Friesland in der Bibliothek des alten Capuzinerklosters zu Peine anstellte. Mit den Handschriften des Hennebergischen Gymnasiums zu Schleusingen ist Hr. Dr. Schaaffs zum Abschluss gelangt.

In der Provinz Hessen-Nassau hat Hr. Dr. Legband die Casseler, Hr. Dr. Wüst die Wiesbader Handschriften zu bearbeiten begonnen, Hr. Dr. Wigand die Bibliothek des Priesterseminars zu Fulda ganz erledigt, die Landesbibliothek ebenda weiter beschrieben. Grössere Fortschritte sind für das Grossherzogthum Hessen zu verzeichnen. Dort hat unser rüstiger Mitarbeiter Hr. Dr. Schaaffs, der auch im Domarchiv zu Fritzlar seine Arbeiten fortgesetzt hat, das Fürstlich Isenburgische Archiv zu Büdingen beendet und ebenso das Fürstlich Stolbergische Archiv zu Ortenberg vollständig bearbeitet; beide besonders reich an Briefen des 15. und 16., an Dichtungen des 16. und 17. Jahrhunderts, die in das fürstliche Leben der frühen Neuzeit gut einführen. Auch das Fürstlich Stolbergische Archiv zu Gedern hat Dr. Schaaffs in Angriff genommen. Hr. Dr. Borchling hat die Stadtbibliothek zu Worms (meist Handschriften aus Crecelius' Nachlass), die Archive zu Michelstadt und Erbach inventarisirt; in der interessanten Erbacher Sammlung fand er u. A. eine von der Gräfin Magdalena von Nassau-Katzenelnbogen 1617 eigenhändig geschriebene Übersetzung von Campeggi's Pastorale Filarmindo.

Auch im vergangenen Jahre hat Hr. Bibliothekar Dr. Bömer mit dankenswerther Hingabe an der Aufnahme der Handschriften Westfalens gearbeitet, diesmal wesentlich unterstützt durch Hrn. Bibliothekar Dr. Degering. Ihren gemeinsamen Bemühungen ist es gelungen,

die Bibliothek des Alterthumsvereins zu Münster und die Fürstlich Salm-Salm'sche Bibliothek zu Anholt vollständig abzumachen: die Inventarisation der Universitätsbibliothek zu Münster wurde fortgesetzt. Hr. Dr. Bömer allein hat ausserdem die Pfarrbibliothek zu Borghorst und die Theodorianische Bibliothek zu Paderborn erledigen können. Alle diese Sammlungen sind besonders reich an niederdeutscher Erbauungslitteratur, bergen daneben aber auch allerlei Medicinisches und interessante lateinische Miscellaneenhandschriften, die Einblicke in Universitäts- und Jesuitendichtung des 16. und 17. Jahrhunderts gewähren. Ausserdem enthält die Gräflich Fürstenbergische Bibliothek zu Herdringen, gleichfalls von Dr. Bömer beschrieben, allerlei lateinische und deutsche Gelegenheitspoesie, die namentlich zu dem Bischof Ferdinand von Fürstenberg und seinem Hause in Beziehungen steht: auch eine Herdringer niederdeutsche Mystikerhandschrift sei hervorgehoben. — Die Dortmunder Handschriften hat Hr. Prof. Strecker verzeichnet, der auch einzelne Segen und Recepte aus Einackerholsen und Vorth vermerkt hat.

Die Handschriften der Universitätsbibliothek zu Bonn hat Hr. Prof. Drescher darzustellen begonnen (darunter eine noch unbenutzte Handschrift von Stricker's Carl): die Beschreibung einer merkwürdigen und bunten lateinischen Miscellaneenhandschrift aus Düsseldorf hat Hr. Dr. Borchling beigesteuert. An den Handschriften der Hamburger Stadtbibliothek war Hr. Dr. Burg weiter thätig.

Unter den wenigen Stücken aus der Bibliothèque Nationale zu Paris, die Hr. Dr. Wüst bisher als Ertrag einer Ferienreise geliefert hat, befinden sich eingehende Beschreibungen von Mscr. allem. 84 (Prachtcodex der Übersetzung einer französischen Chronik, die Johann von Morsheim, als pfälzischer Prinzenerzieher an den französischen Hof gekommen, dem König Ludwig XII. dargebracht hat) und 106 (astrologisch-medicinische Sammel-Handschrift). Hr. Prof. Priebsch ist in der ausführlichen Aufnahme von Handschriften des British Museum zu London fortgefahren: im Einverständniss mit ihm hat Hr. Dr. Schaaffs die Handschriften der Bodlejana in Oxford nach unseren Grundsätzen zu beschreiben angefangen: namentlich haben ihn die lateinischen Codices Laudiani beschäftigt; auch auf eine interessante Autographensammlung zur neueren deutschen Litteratur (Ms. Montagu d 20) konnte er aufmerksam machen. Hr. Bibliothekar Raphael Meyer hat einige Beschreibungen von Handschriften der Universitätsbibliothek zu Kopenhagen gesandt. Mittheilungen über mittelhochdeutsche Fragmente aus Upsala und Stockholm gab Hr. Dr. Hj. Psilander, unterstützt durch Hrn. Dr. Kollin. Einen bisher noch nicht beachteten guten und vollständigen Text von Eyb's Ehebüchlein, der mit

der C-Gruppe (nach Max Herrmann's Bezeichnung) verwandt ist, enthält eine Handschrift der Northwestern University Library zu Evanston (Illinois), die Prof. Hatfield untersucht und ausführlich beschrieben hat.

Die Archiv- und Arbeitsräume der Deutschen Commission im Hause Behrenstrasse 70 sind seit dem 1. October in Benutzung genommen. Sie umfassen vier Räume, darunter ein grösseres Zimmer, in dem die Verzettelungsarbeiten stattfinden. Die Aufsicht darüber führt nach unserer Anleitung der Assistent am Handschriftenarchiv Hr. Dr. Fritz Behrend. Betheiligt haben sich die HH. stud. Bergemann, Dr. Kotzenberg, stud. Arth. Müller, stud. Ranke, Dr. Reiske, stud. Stehmann, stud. Max Voigt. Der Zettelkatalog umfasst bisher etwa 10000 Zettel; für etwa 250 Handschriften liegen so bereits bequem übersichtliche (alphabetische bez. chronologische) Register der Namen, der Anfänge, der Stoffe und Titel, der Zeitangaben, der Wasserzeichen und Bilder vor. Die Zahl der vorhandenen Handschriftenbeschreibungen überhaupt hat das erste Tausend schon weit überschritten.

Von den »Deutschen Texten des Mittelalters« sind neu erschienen Bd. II (Rudolfs von Ems Wilhelm von Orlens, aus der Donaueschinger Handschrift herausgegeben von Victor Junk), Bd. III (Johanns von Würzburg Wilhelm von Österreich, aus der Gothaer Handschrift herausgegeben von Ernst Regel), Bd. V (Die Volks- und Gesellschaftslieder des Cod. Palat. 343, herausgegeben von Arthur Kopp) und Bd. VI (Elsbet Stagel, Das Leben der Schwestern zu Töss, herausgegeben von Ferdinand Vetter). Im Druck nahezu vollendet ist Bd. VII (Die Werke Heinrichs von Neustadt, herausgegeben von S. Singer). Im Satze befindet sich Bd. VIII (Die Apokalypse Heinrichs von Hesler, aus der Danziger Handschrift herausgegeben von Karl Helm). Dem Programm der Texte neu eingereiht wurden: der Engelberger Tauler von 1359, mystische Stücke aus Schönau, die Wien-Karlsruher Magdalenenlegende, eine Sammlung von mittelhochdeutschen Minneallegorien.

Nachdem das ausserordentliche Mitglied der Commission Hr. Seuffert die durch seine Amtsgeschäfte verschobenen »Prolegomena einer Wieland-Ausgabe« für die Abhandlungen fertiggestellt hat, können nunmehr die Contracte mit dem Verleger und den Mitarbeitern demnächst abgeschlossen werden. Die Copien der im Besitz des Hrn. Ott-Däniker befindlichen Züricher Schülerhefte sind eingetroffen. Zu dem Briefcorpus haben Frau Helene Meyer Cohn und Hr. Geh. Hof-

rath SEEGER in Berlin freigebig beigesteuert: auch den hiesigen Antiquariaten FRENSDORFF und STARGARDT sind wir für liberales Entgegenkommen verpflichtet, nicht minder Hrn. Prof. Dr. WITKOWSKI in Leipzig für die Abschrift eines bisher unbekannten Gedichts an Anna Amalia.

Über den Stand des Rheinischen Wörterbuchs berichtet das ausserordentliche Mitglied der Commission Hr. FRANCK das Folgende:

Der im vorigen Centralbericht angekündigte Plan eines Niederrheinischen Idiotikons ist dahin erweitert worden, dass das Unternehmen unter dem Titel eines »Rheinischen Wörterbuchs« die Mundarten der ganzen preussischen Rheinprovinz (abgesehen von einem südöstlichen Streifen ausserhalb der *dat-das*-Linie) und der nordwestlichen Ecke der Provinz Hessen-Nassau umfassen soll. Unter Prof. FRANCK werden sich die HH. Oberlehrer Dr. JOS. MÜLLER zu Trier und Dr. PAUL TRENSE zu Rheydt an der Leitung betheiligen.

Die Werbungen, unterstützt durch die Ausgabe verschiedener kleiner Schriften, haben den Erfolg gehabt, dass sich weit über 400 Mitarbeiter gemeldet haben, ungerechnet eine Anzahl von Gymnasial- und Seminarschülern, die unter Leitung ihrer Lehrer sammeln. Abgesehen von der Frage, wie weit sie sich bewähren, werden diese Kräfte nicht ausreichen, hauptsächlich auch aus dem Grunde, weil sie ungleichmässig über das Gebiet vertheilt sind. Es springt sofort in die Augen, dass Süden und Osten viel schlechter vertreten sind als Norden und Westen. Es muss unser nächstes Augenmerk sein, die Organisation der Hülfskräfte in dieser und anderer Hinsicht zu ergänzen, wofür wohl die Hülfe der Schulbehörden zu erbitten sein wird. Die Ausgabe anregender und belehrender Proben soll fortgesetzt werden. In Frage steht daneben die Herausgabe von regelmässiger erscheinenden Mittheilungen, die etwa auch lexikalische Beiträge aus den Kreisen der Mitarbeiter zur vorläufigen Veröffentlichung bringen könnten.

Es ist schon eine über Erwarten grosse Menge Material von den verschiedensten Seiten eingegangen. Da es nur zum kleinen Theil richtig auf Zetteln eingeliefert ist und bisher die Zeit zum Ordnen fehlte, lässt sich ziffernmässig über den Umfang nichts Genaues angeben, aber doch so viel sagen, dass es zu den besten Hoffnungen für den glücklichen Fortgang des Unternehmens berechtigt. Ein ständiger Assistent für Prof. FRANCK hat sich bis jetzt nicht gefunden. Ein Gesuch bei der Universität zu Bonn um Überlassung eines geeigneten Raumes konnte noch nicht beantwortet werden.

Forschungen zur Geschichte der neuhochdeutschen Schriftsprache.

Bericht des Hrn. Burdach.

Die Publication der Correspondenz Rienzos mit Karl IV., Johann von Neumarkt, Erzbischof Ernst von Prag (»Quellen und Forschungen zur Vorgeschichte des deutschen Humanismus«. Theil 2) konnte noch nicht abgeschlossen werden, da sie erweitert worden ist zu einer durch wertvolles unbekanntes Material bereicherten Neuausgabe aller erreichbaren Briefe des Tribunen. Dies schien einmal im allgemeinen wissenschaftlichen Interesse geboten, sodann aber namentlich deshalb, weil die handschriftliche Überlieferung dieser Correspondenz fast ausschließlich aus Böhmen und Schlesien stammt und so in ihrer Gesammtheit ein nachdrückliches Zeugniss ablegt für die in jenen Gegenden wurzelnde erste bahnbrechende Wirkung, welche die Epistolographie der Frührenaissance und ihr neuer lateinischer Stil und Satzbau auf die lateinische und deutsche Schriftsprache der Kanzleien im östlichen Mitteldeutschland seit der Mitte des 14. Jahrhunderts ausgeübt hat. Bei der absoluten Unzuverlässigkeit der Textabdrucke von Papencordt und Gabrielli musste die jetzt dem Vaticanischen Archiv gehörende reichste Sammlung von Rienzobriefen, die einstens im Besitz der erzbischöflichen Curie von Prag war, noch in umfänglichen Theilen, die des Referenten Collation vom Jahre 1899, gemäss dem damaligen beschränkteren Editionsplan, nicht berücksichtigt hatte, neu verglichen werden. Während diese Arbeit in den Händen des Hrn. Dr. Piur lag, trat für die notwendigen rein historischen, besonders auch chronologischen Untersuchungen, die hauptsächlich dem der Ausgabe beizugebenden kurzen Commentar als Grundlage dienen sollen, seit dem November Hr. Dr. Fritz Kühn als Gehülfe ein. Auch für die Ausgabe ausgewählter sprachlich, stilistisch oder litterarisch und historisch bedeutsamer Briefe Johanns von Neumarkt und seiner Schüler (»Quellen und Forschungen zur Vorgeschichte des deutschen Humanismus«. Theil 3) wurde die Ergänzung des früher vom Referenten gesammelten Materials durch Dr. Piur gefördert: es soll mit Benutzung aller bekannten Handschriften ein erschöpfendes Gesammtbild der ursprünglichen Gestalt wie aller durch Unterschiede und Wandlungen des Sprachgefühls veranlassten Veränderungen der Überlieferung dieser Texte geboten werden, eine Blütenlese also von Urkunden für den durchgreifenden, besonders syntaktischen Umformungsprocess der deutschen Schriftsprache in der ältesten und einflussreichsten Prägeanstalt des neuhochdeutschen Sprachtypus, der Königlichen Kanzlei Böhmens und ihrer Adnexe. — In der Abtheilung »Die Prosalitteratur des Zeitalters der Luxemburger« werden zunächst für den »Ackermann aus Böhmen«,

das Hauptwerk der vorreformatorischen Periode, vom Referenten eine kritische Neuausgabe, ein umfassender Commentar und sprachlich-litterarische Untersuchungen vorbereitet, unter Mitwirkung des Hrn. Gymnasialprofessors Dr. ALOIS BERNT in Leitmeritz (Böhmen) für die Edition des Textes. — Für die »Texte und Untersuchungen zur Geschichte der ostmitteldeutschen Schriftsprache von 1300 bis 1450« hat Hr. Gymnasialoberlehrer Dr. WILLY SCHEEL die Sichtung und Redaction des vom Referenten gesammelten Materials aus Breslauer Urkunden, Registern, Stadtbüchern usw. sowie aus einem Schlägler Formelbuch fortgesetzt. — Bei Ergänzung der Materialsammlung zur Weiterführung seiner früher begonnenen »Darstellung der Sprache Goethe's im Zusammenhang mit der deutschen Litteratursprache des 18. Jahrhunderts« hat Referent eine Hülfskraft gefunden in Hrn. Gymnasialoberlehrer Dr. HEINRICH ANZ (Magdeburg), der, durch das höchst dankenswerthe Entgegenkommen des Herrn Ministers während des letzten Sommerhalbjahrs beurlaubt, hier in Berlin seine ganze Zeit der bezeichneten Aufgabe widmen konnte und durch seine soeben zum 1. April verfügte Versetzung nach Charlottenburg dauernd die Möglichkeit erhalten hat, in persönlicher Arbeitsgemeinschaft das Werk zum Abschluss bringen zu helfen.

HUMBOLDT-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. WALDEYER.

Im Jahre 1904 sind aus den Mitteln der HUMBOLDT-Stiftung bewilligt worden: 1. Hrn. Prof. Dr. VOLZ in Breslau 5500 Mark zu geologischen und vulcanologischen Forschungen auf Sumatra. 2. Hrn. Prof. Dr. BÜCKING zu Strassburg i. E. 2500 Mark zur geologischen und petrographischen Erforschung des Rhöngebirges.

Die Genannten haben ihre Forschungen in Angriff genommen und vorläufige Berichte eingesendet.

Im Jahre 1905 wurden bewilligt: 1. Hrn. Dr. LEONHARD SCHULTZE (Jena) als letzte Rate zu den Kosten seiner biologischen Forschungsreise in Deutsch-Südwestafrica 2000 Mark. 2. Hrn. Prof. Dr. H. KLAATSCH (Heidelberg) 4000 Mark als Beihülfe zu den Kosten seiner ethnologischen Forschungsreise in Australien und dem hinterindischen Archipel. 3. Hrn. Dr. PASSARGE (Berlin) 3000 Mark zur Erforschung von Steppenbildungen in Algerien.

Von der Forschungsreise des Hrn. Dr. LEONHARD SCHULTZE in Südafrica giengen im Jahre 1905 mehrere umfangreiche Sendungen mit zoologischem und botanischem Material ein. Die Unruhen in Deutsch-

Südwestafrica trieben den Reisenden zeitweilig über die Grenze in die nördliche Capcolonie und später in die centralen Theile der Kalahari. — *Orycteropus*, diese bisher nur in einer Art bekannte Charakterform der südafricanischen Säugethierwelt, ist mit 2 Skeleten und Fellen, Männchen und Weibchen angehörig, in einer neuen Art in der Sammlung vertreten. Eine erste Durchmusterung des Spinnenmaterials ergab einen unerwarteten Procentsatz neuer Formen. Die übrigen Gruppen wurden noch nicht näher durchgesehen. Besondere Aufmerksamkeit wird der Bearbeitung des Süsswassermaterials aus dem Pfannengebiet zwischen Lehututu und Kanya zuzuwenden sein, da der Reisende hier zur Regenzeit sammelte, und die charakteristischen Bewohner dieser periodisch gefüllten Wasserbecken, die Branchiopoden und Copepoden, in der Sammlung reich vertreten sind. Die detaillirte Trennung aller einzelnen Fundorte innerhalb des weiten Sammelgebiets ist für die Abgrenzung thiergeographischer Provinzen willkommen.

Dr. Schultze hat am 13. November 1905 seine im Februar 1903 angetretene Forschungsreise abgeschlossen. In Sachen einer zusammenfassenden Berichterstattung sowie einer Publication der speciellen Ergebnisse sind in persönlicher Rücksprache des Reisenden mit dem Vorsitzenden des Curatoriums die einleitenden Schritte erfolgt.

Hr. Prof. Klaatsch war bereits seit 1½ Jahren in Australien mit bestem Erfolge thätig; die Unterstützung aus der Humboldt-Stiftung wurde ihm besonders zu dem Zwecke gewährt, vergleichende ethnologische Forschungen in den Australien benachbarten Gebieten der hinterindischen Inselwelt anstellen zu können.

Hrn. Dr. Passarge ist auf sein begründetes Ansuchen gestattet worden, seine Forschungen erst im Laufe des Jahres 1906 in Angriff zu nehmen.

Für dieses Jahr 1906 sind voraussichtlich 11000 Mark verfügbar.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

1. Über die Neubearbeitung von Homeyer's »Deutschen Rechtsbüchern des Mittelalters« berichten die HH. Conrad Borchling und Julius Gierke, dass die Arbeit an den älteren Nummern des Verzeichnisses weitere Fortschritte machte, ohne jedoch zu völligem Abschluss gelangt zu sein. Um die Rechtsbücherhandschriften der schlesischen und böhmischen Bibliotheken einer genauen Revision zu unterziehen, soll im Sommer 1906 einer der Mitarbeiter die dortigen Sammlungen

bereisen. Von neu aufgetauchten Handschriften sind fünf Exemplare des Sachsenspiegels aufgenommen und vollständig beschrieben worden.

2. Für den zweiten Band der Magdeburger Schöffensprüche, den die HH. Victor Friese und Erich Liesegang herausgeben, sind die in Aussicht genommenen Schöffensprüche, nämlich jene, die nach dem Erzstift Magdeburg, nach der Altmark, nach der Priegnitz, nach Zerbst (Nachtrag zu Band I), nach der Mittelmark (Brandenburg, Lehnin, Jüterbog, Berlin, Frankfurt, Beeskow), nach Pommern (Stettin) und nach der Niederlausitz ergangen sind, zum grössten Theile abgeschrieben, zum Theil mit Regesten versehen worden. Das Material zu dem Bande ist demnach im Wesentlichen geordnet und vorbereitet, so dass die innere Durcharbeitung und die Vergleichung mit den bekannten sächsischen Quellen beginnen kann.

3. Über den Stand der Arbeiten am Vocabularium Iurisprudentiae Romanae berichtet Hr. Bernhard Kübler: Vom ersten Hefte des zweiten Bandes (D—G), bearbeitet von Hrn. Grupe in Metz, sind sechs Bogen (damnas-desino) gedruckt. Bogen 7 und 8 stehen im Satz. Von den zwei letzten Bogen ist das Manuscript so weit gefördert, dass die Ausgabe des Heftes in der ersten Hälfte des Jahres 1906 erwartet werden darf.

Der Bearbeiter des fünften Bandes (R—Z), Hr. Volkmar, ist an der Fortsetzung seiner Arbeit durch seine Einberufung zur Staatsanwaltschaft in Danzig gehindert worden. Nachdem auf Ansuchen der Akademie der Herr Justizminister seine Rückberufung nach Berlin verfügt hatte, konnte er die Arbeit wieder aufnehmen und so weit fördern, dass er im Jahre 1906 mit dem Druck des ersten Heftes wird beginnen können.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberathenden Commission.

Die Königliche Akademie der Wissenschaften hat am 16. Mai 1905 den Jahresertrag der Bopp-Stiftung in zwei Raten verliehen. Die grössere Rate von 900 Mark wurde Hrn. Prof. Dr. Otto Schrader in Jena zuertheilt zur Fortsetzung seiner Arbeiten auf dem Gebiete der indogermanischen Alterthumskunde, die kleinere Rate von 450 Mark Hrn. Prof. Dr. Hirt in Leipzig in Anerkennung seiner Arbeiten über den indogermanischen Accent.

Die Einnahme der Stiftung im Jahre 1905 betrug 2220.24 Mark, die Ausgabe 1954.90 Mark. Das Capital ist von 44900 Mark auf 45500 Mark erhöht worden.

Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Bericht des Curatoriums.

Die Arbeiten für die Ausgabe der ältesten griechischen christlichen Schriftsteller, für die Prosopographie der römischen Kaiserzeit und für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache haben ihren planmässigen Fortgang genommen. Die Leiter dieser Unternehmungen haben darüber die hier als Anl. I und II folgenden Berichte erstattet.

Prof. Voeltzkow ist von seiner Forschungsreise im März 1905 zurückgekehrt und hat mit zahlreichen Mitarbeitern die Untersuchung des gesammelten Materials begonnen. Ein zusammenfassender Bericht über die ausgeführte Reise wird hier als Anl. III mitgetheilt. —

Aus den im Jahre 1905 verfügbaren Mitteln sind zur Fortsetzung der Unternehmungen der Stiftung bewilligt worden: 4000 M. für die Ausgabe der griechischen Kirchenväter, 3000 M. für die Prosopographie der römischen Kaiserzeit, 6000 M. für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache.

Anl. I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1905.

Von Hrn. Harnack.

1. Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

In dem Jahre 1905 sind der 12. und 13. Band der Kirchenväter-Ausgabe erschienen, nämlich:

Clemens Alexandrinus, Werke Bd. 1 (hrsgeg. von Stählin),
Gnostische Schriften in koptischer Sprache (hrsgeg. von K. Schmidt).

Im Druck vollendet wurden der 14. und 15. Band, nämlich:

Eusebius, Werke Bd. 4 (die Schriften gegen Marcell, hrsgeg. von Klostermann),
Acta Archelai (hrsgeg. von Beeson);

sie werden in den nächsten Wochen erscheinen.

Im Druck befinden sich zwei Bände, nämlich:

Eusebius' Kirchengeschichte, 2. Theil, nebst der Übersetzung Rufin's (hrsgeg. von Schwartz und Mommsen †).
Clemens Alexandrinus, Werke Bd. 2 (hrsgeg. von Stählin).

Grössere Reiseunterstützungen erhielten von Dobschütz (Rom), Gregory (Athen, Archipel, Ägypten), K. Schmidt (Ägypten). Die Vor-

arbeiten für die Herausgabe weiterer Bände sind gefördert worden. Hrn. K. Schmidt gelang es, in Ägypten für die Königliche Bibliothek ein koptisches Papyrusbuch des 4. Jahrhunderts zu erwerben, welches, wenn auch nicht ganz vollständig, die achmimische Übersetzung des 1. Clemensbriefes enthält und somit für den Text dieses wichtigen urchristlichen Schreibens von hoher Bedeutung ist. Der Nachricht, welche die Commission vor 13 Monaten erhielt, dass in Armenien eine bisher verloren geglaubte Schrift des Irenäus in armenischer Übersetzung aufgefunden worden sei, ist bisher weiteres nicht gefolgt: wahrscheinlich haben die dortigen schweren Bedrängnisse und Wirren jede wissenschaftliche Thätigkeit unterbunden. Aber die Hoffnung ist begründet, dass noch im Laufe dieses Jahres der Text der mit Spannung erwarteten Schrift zugänglich gemacht werden wird. Die deutsche Übersetzung ihrer »Vorrede« befindet sich in den Händen des Leitenden der Commission.

Von dem »Archiv für die Ausgabe der älteren christlichen Schriftsteller« wurden acht Hefte ausgegeben, nämlich:

Bd. XIII Heft 2: Koetschau, Zur Textkritik von Origenes' Johannes-Commentar,
Harnack, Analecta zur ältesten Geschichte des Christenthums in Rom,
Klostermann, Über den Didymus von Alexandrien in epistolas canonicas enarratio;

Bd. XIII Heft 3: Resch, Das Aposteldecret, nach seiner ausserkanonischen Textgestalt untersucht;

Bd. XIII Heft 4: Harnack, Der Vorwurf des Atheismus in den drei ersten Jahrhunderten,
Schultze, das Martyrium des hl. Abo von Tiflis,
Augar, Die Frau im römischen Christenprocess;

Bd. XIV Heft 1: A. Bauer, Die Chronik des Hippolytos im Matritensis Graecus 121, nebst einer Abhandlung über den Stadiasmus maris magni von O. Cuntz;

Bd. XIV Heft 2a: von der Goltz, ΛΟΓΟϹ ϹΩΤΗΡΙΑϹ ΠΡΟϹ ΤΗΝ ΠΑΡΘΕΝΟΝ, Eine echte Schrift des Athanasius;

Bd. XIV Heft 2b: von der Goltz, Tischgebete und Abendmahlsgebete in der altchristlichen und in der griechischen Kirche;

Bd. XIV Heft 3: Leipoldt, Didymus der Blinde von Alexandria;

Bd. XIV Heft 4: Berendts, Der slavische Josephus.

2. Prosopographia imperii Romani saec. IV—VI.

Hr. Seeck, der Leiter der profangeschichtlichen Abtheilung, arbeitet noch an der Datirung der 1600 Briefe des Libanius, hofft die Untersuchung aber nebst der Prosopographie der Adressaten und ihrer gleichzeitigen Homonyme in den nächsten Monaten abzuschliessen. Für die Excerpte aus den Sammlungen der griechischen und lateinischen Inschriften wird von mehreren Gelehrten gearbeitet. Hr. Täubler hat die gesammte Masse der Papyruspublicationen mit Ausnahme der allerneuesten excerpirt.

Hr. Jülicher, der Leiter der kirchengeschichtlichen Abtheilung, schreibt: »Die Excerpte aus Migne's Patrologia graeca sind nunmehr vollständig eingelaufen; von der Patrologia latina fehlen immer noch ein paar Briefe [H. Böhmer hat Ende November endgültig abgesagt, Kopatscheck seine Sammlungen noch nicht eingeliefert; Cassiodor (lat. 69, 70) hat wiederholt den Bearbeiter verloren]. Es ist zu hoffen, dass vor Mitte 1906 auch der lateinische Migne bis auf den letzten Rest erledigt sein wird. Die sehr umständliche Bearbeitung der Concilienacten für unsern Zweck, die ich selber übernommen habe, schreitet langsam fort; daneben werden vereinzelte Trümmer kirchlicher Litteratur und Überlieferung, die weder bei Migne noch bei Mansi Platz gefunden haben, ausgebeutet, insbesondere auch auf mittelalterliche Gelehrte wie Photius und auf versprengte Notizen in den Catenen und Bibelhandschriften geachtet. Den werthvollsten Gewinn hat das verflossene Jahr dadurch gebracht, dass im Sommer die HH. Ehrhard und Pfeilschifter in Strassburg und Freiburg in dankenswerthester Weise ihre Mitarbeit in Aussicht stellen: unter ihrer Anleitung werden die riesenhaften Massen der Acta Sanctorum und überhaupt die hagiographische Litteratur von geeigneten Mitgliedern der dortigen katholischen theologischen Seminare auf das für die Prosopographie nutzbare Material hin durchgesehen werden: eine Arbeit, die zwar Jahre erfordern, aber dann auch als das Hauptstück eines Personalregisters zu den Heiligen-Acten von bleibendem Nutzen für die Wissenschaft sein wird.

Anl. II.

Bericht der Commission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache, für das Jahr 1905.

Von Heinrich Brunner.

Die Commission in Sachen des Rechtswörterbuchs war am 21. September in Heidelberg versammelt. Sie prüfte im Archiv des Rechtswörterbuchs die Excerptenzettel und die Verzeichnisse der Rechtswörter

und der zusammengesetzten Wörter. Der wissenschaftliche Leiter wurde beauftragt, ein nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnetes Verzeichniss der Siglen für abgekürzte Anführung der citirten Quellen anzulegen. In Bezug auf die weitere Excerpirungsarbeit wurde beschlossen, zunächst das Material für die Zeit bis etwa 1230 in möglichster Vollständigkeit unter vorläufiger Zurückstellung der Profanquellen zu sammeln. Die am Rechtswörterbuch beschäftigten Assistenten sollen über den Fortgang ihrer Arbeiten vierteljährlich an das geschäftsführende Mitglied der akademischen Commission berichten. Die Commission berieth über das Budget des Geschäftsjahres October 1905 bis October 1906 und verhandelte über die nach den unten folgenden »Grundsätzen über die Ausarbeitung der Wortartikel« umgearbeiteten Probeartikel. Um sie der öffentlichen Beurtheilung zugänglich zu machen, werden sie in einem Anhang zu diesem Berichte abgedruckt, mit der Bitte, kritische Bemerkungen, zu denen sie Anlass geben sollten, an das geschäftsführende Mitglied der akademisochen Commissin, Prof. Dr. Heinrich Brunner, Berlin W. 62, Lutherstrasse 36, einzusenden.

Bericht des Hrn. Schroeder.

Am 1. November 1905 hat die Übersiedelung des Wörterbuch-Archives in die neue Universitätsbibliothek stattgefunden. Bis dahin hatte sich das Archiv in einem unheizbaren und zu Arbeiten an Ort und Stelle selbst im Sommer kaum verwendbaren Raum des Erdgeschosses der alten Bibliothek befunden, während die Arbeiten auf einen zwei Stockwerke höher belegenen, äusserst beschränkten Raum verwiesen werden mussten. Nunmehr haben wir in dem neuen, prächtigen Gebäude ein eigenes, behagliches Zimmer mit Luftheizung und elektrischer Beleuchtung, in welchem neben dem Wörterbuch-Archiv und den erforderlichen Arbeitstischen auch eine für die ferneren Arbeiten in's Auge zu fassende Handbibliothek der nothwendigsten Wörterbücher Unterkunft finden kann. Hrn. Oberbibliothekar Wille, der unseren Arbeiten schon in früheren Jahren in den alten Räumen stets die wohlwollendste Förderung hatte zu Theil werden lassen, gebührt ganz besonderer Dank, ebenso wohl für die Bewilligung der neuen, bequemen Räume wie für die Übernahme der nicht unbedeutenden Kosten und Arbeiten der Übersiedelung des Archives. Eine Berechnung des offenbar sehr beträchtlichen Zettelzuwachses des Archives seit dem vorigen Berichtsjahre musste diesmal wegen des Umzuges der Bibliothek, der mehrere Monate erforderte, unterbleiben.

Die für das Wörterbuch besonders wichtige Bearbeitung des Schwabenspiegels, die in Erwartung der Rockinger'schen Ausgabe bis dahin aufgeschoben worden war, ist im Laufe des Berichtsjahres in Angriff

genommen worden, nachdem Hr. von Rockinger in freundlichstem Entgegenkommen einen für seinen Handgebrauch hergestellten Abdruck des Grundtextes seiner Ausgabe zur Verfügung gestellt hatte. Die Bearbeitung, die zur Zeit bis Art. 111 des Landrechts gediehen ist, hat einer unserer bestbewährten Excerptoren, Hr. Referendar Willy Ernst in Berlin, übernommen. Die Varianten werden erst nach völliger Erledigung des Grundtextes an der Hand der Rockinger'schen Arbeiten herangezogen werden. Hrn. von Rockinger gebührt noch weiterer Dank für die Überlassung seiner werthvollen Collectaneen aus gedruckten und besonders ungedruckten Materialien, die für die Zwecke des Wörterbuches ausserordentlich inhaltreich waren. Da Hr. von Rockinger seine sämmtlichen Notizen stenographirt hatte, so wurden sie von Dr. von Künssberg für unsere Zwecke umgeschrieben und bearbeitet. Beiträge aus ungedruckten Materialien wurden ausserdem von Dr. Heerwagen, Dr. Mehring und Dr. Vigener beigesteuert.

Für eine nicht minder wichtige Aufgabe, die Bearbeitung der althochdeutschen Glossen, hatte Prof. Steinmeyer sich in entgegenkommendster Weise bereit erklärt, uns das von ihm hergestellte alphabetische Verzeichniss der lateinischen Wörter zur Benutzung zu überlassen. Es hat sich aber die Nothwendigkeit einer eigenen vollständigen Durcharbeitung des ganzen Glossenwerkes für die Zwecke unseres Wörterbuches herausgestellt, da auch bei sorgfältigster Durchsicht des lateinischen Verzeichnisses das Übersehen wichtiger deutscher Rechtsausdrücke zu befürchten sein würde. Die Arbeit soll in Angriff genommen werden, sobald es gelungen ist, einen dafür geeigneten Excerptor zu gewinnen.

Von den Volksrechten waren die Leges Visigotorum und Burgundionum wegen ihres ostgermanischen Charakters, die Lex Salica wegen der in Aussicht stehenden kritischen Ausgabe von Zeumer und Krammer bisher zurückgestellt gewesen. Die Excerpte aus den beiden ersteren sind nunmehr in das Archiv aufgenommen, und die Bearbeitung der Lex Salica hat Hr. Dr. Krammer für das Wörterbuch übernommen.

Als ständige Hülfsarbeiter blieben auch in diesem Jahre Dr. Leopold Perels und Dr. Gustav Wahl in Thätigkeit. Der letztere, der seine Wörterbucharbeit wegen seiner Berufsaufgaben wesentlich einschränken musste, widmete sich vornehmlich den mehr philologischen Aufgaben, namentlich der Eindeutschung der angelsächsischen und anderer schwierigerer Wörter. Einen werthvollen Mitarbeiter besassen wir ausserdem während des Sommerhalbjahres an Dr. jur. Eberhard Freiherrn von Künssberg, und es besteht die Hoffnung, seine bewährte Arbeitskraft demnächst wieder für die Zwecke des Wörterbuches zu gewinnen.

Umfangreiche Beiträge sind auch im Laufe des vergangenen Jahres von der unter Hrn. Prof. von Schwind stehenden österreichischen Subcommission eingeliefert worden. Ebenso fuhr die schweizerische Subcommission unter Leitung des Hrn. Prof. Eugen Huber fort, unser Archiv durch weitere werthvolle Ergänzungen zu bereichern.

Verzeichniss der im Jahre 1905 ausgezogenen Quellen.

(Die Beiträge der schweizerischen Commission sind mit * die der österreichischen mit ** bezeichnet.)

Aardenburg, Rechtsbronnen der stad, uitg. d. G. A. Vorsterman van Oyen, Oude vaderl. Rechtsbronnen I, nr. 15. s'Gravenhage 1892: Dr. van Vleuten, München.

**Abraham a Santa Clara (Ulrich Megerle), Einzeldrucke: Marie Helzmansky, Wien.

Acta Tirolensia II. Voltelini, Südtiroler Notariats-Imbreviaturen des XIII. Jhs. 1. Teil, Innsbruck 1899 (vollendet): Dr. Eberhard v. Künssberg.

Alt. Landes, Das Recht des Alten Landes von 1517. Pufendorf. Observationes IV, App. stat. nr. 2 und 3, S. 40—50: Paul Kirschner, Berlin.

Andreas von Regensburg, Chronik der Fürsten zu Bayern. Quellen und Erörterungen z. bayer. und deutschen Gesch. N. F. I. S. 589—655 (begonnen): Dr. Gustav Wahl.

Archiv f. Unterfranken u. Aschaffenburg Bd. 46: Dr. Eberhard v. Künssberg.

*Archiv f. schweiz. Geschichte III: stud. jur. Walter Stuber, Seminar Gmür, Bern.

**Archiv d. Vereins f. siebenbürg. Landeskunde, I—XXXII: Felix Köller, rechtsw. Seminar, Wien.

Bamberg, Reformation des Gerichts der Dechaney des Thumstifts zu Bamberg, 1463: Ordnung u. Erclerung der Reformation, 1488: Oberlehrer Dr. Scheel, Steglitz.

Blankenburg (Thür.), Stadtr. v. 1456 und 1470. Michelsen, Rechtsdenkmale aus Thüringen 234ff.: Dr. van Vleuten, München.

**Blumenegg, Der confirmirte landsbrauch der freien Reichsherrschaft Blumenegg, 1609: 37. Jahresbericht des Vorarlberg. Museums-Vereins, 1898: Rechtskandidat Wilh. Rottleithner, Innsbruck.

Brandenburg, Urkundliches Material aus den Brandenburger Schöppenstuhlsakten. Unter Mitwirkung von Deichmann und Friese hrsg. von Adolf Stölzel, 4 Bde., Berlin 1901: Dr. Freiherr v. Schwerin, München.

Bremen, Des Herzogtums Bremen Ritterrecht v. 1577, erneuert und mit Zusätzen versehen, 1738, Pufendorf, Observationes IV, App. stat. nr. 1, S. 3—39: Paul Kirschner, Berlin.

**Briefe des Kaisers Leopold I. an den Grafen Pötting, II. Teil. Font. rer. Austr. II, Bd. 57: Felix Köller, rechtsw. Seminar, Wien.

Buttelstedt, Statuten der Stadt (Sachs.-Weimar), Joh. Schmidt, Ältere und neuere Gesetze, Ordnungen und Circularbefehle f. d. Fürstentum Weimar VII (1803), 295ff.: Dr. van Vleuten, München.

**v. Chlumecky, Einige Dorfweistümer, Archiv für Kunde österreichischer Geschichtsquellen XVII, 1ff.: N. Tersch.

**Codex Austriacus I (Fortsetzung). Gerhabschaftsordnung von 1669: A. Gal.

*Codex diplomaticus von Churrätien II, III: Rechtskandidat Unizner, Seminar Gmür, Bern.

Croeser, Ontwerp-Stadregt van Campen, door H. Croeser, uitg. door Bijsterboo, Zwolle 1892. Werken der Vereeniging tot beoefening der Overijsselsche Regten en Geschiedenis. Overijsselsche Stad-, Dijk- en Markeregten, I. Deel, II. Stuk: Dr. Telting, Haag.

Duderstadt, Urkundenbuch der Stadt, bis zum Jahre 1500, hrsg. von J. Jäger, Hildesheim 1885: Dr. Schottelius, Braunschweig.

Ennen, L., und G. Eckertz, Quellen zur Geschichte der Stadt Köln I—VI, Köln 1860—79: Prof. Liesegang, Wiesbaden.

Erfurt, Freizinsordnung 1495, Michelsen, Rechtsdenkmale aus Thüringen 307ff.: Dr. van Vleuten, München.

Erfurt, Gerichtsordnung 1483, Michelsen, Rechtsd. 345ff. Dr. van Vleuten.

Erfurt, Ratseid (um 1500), Michelsen, Rechtsd. 527: Dr. van Vleuten.

Erfurt, Ratsgerichtsbuch 1482—1492, Michelsen, Rechtsd. 356—412: Dr. VAN VLEUTEN.

Erfurt, Salzmarktsordnung, 16. Jh., Michelsen, Rechtsd. 413ff.: Dr. VAN VLEUTEN.

Erfurt, Wasserordnung von 1483 und um 1500, Michelsen, Rechtsd. 105f., 109ff.: Dr. VAN VLEUTEN.

Ernst, Herzog, hrsg. von K. Bartsch, Wien 1869: cand. phil. WALTHER KOTZENBERG, Charlottenburg.

**Exodus, Die altdeutsche, hrsg. von E. Kossmann 1886, Quellen und Forschungen zur Sprach- und Kulturgeschichte Bd. 57: HEINRICH FRISA, Teschen in Schlesien.

**Feldkircher Stadtrecht, Zeitschrift f. Gesch. des Oberrheins Bd. 21: G. FRÄNKEL.

**Finsterwalder, Practicarum observationum ad consuetudines Archiducatus Austriae Superioris accommodatarum libri duo, auctore Benedicto Finsterwalder: FRANZ KAMIA.

*Foffa, Das bündnerische Münsterthal: Rechtskandidat UNTZNER, Seminar Gmür, Bern.

Frankenthal, Monatsschrift des Frankenthaler Altertumsvereines IX (1901): SCHRÖDER und Dr. EBERHARD V. KÜNSSBERG.

Freiberger Stadtrecht, hrsg. von Ermisch, Cod. dipl. regni Saxonici II, Bd. 14, S. 1—153; Innungsartikel und Zusätze zum Stadtrecht, ebd. S. 154—171: Verzählbuch, ebd. S. 177—265: Dr. G. LEHNERT, Giessen.

*Freiburg i. Uchtl., Übersetzung der Handfeste von 1410, hrsg. von Lehr, 1880 (vollendet): Rechtskandidat HERZ, Seminar Gmür, Bern.

**Friedrich von Sonnenburg, hrsg. von O. Zingerle, Ältere Tiroler Dichter II, 1, Innsbruck 1878. (12./13. Jh.): Stud. phil. PAUL PIRKER, Wien.

Gelnhäuser Gerichtsbuch von 1411—1419 (S. 17—25) und Ratsprotokolle von 1476—1485 (S. 31—35). Euler, Zur Rechtsgeschichte der Reichsstadt Gelnhausen. Frankfurt a. M. 1874 (Neujahrsbl. des Vereins f. Geschichte und Altertumsk. zu Frankf. a M. für 1874): Rechtspraktikant GOITEIN, Heidelberg.

**Genesis (Vorauer Handschrift). Deutsche Gedichte des 11. 12. Jhs., hrsg. von J. Diemer: HEINRICH FRISA.

(Gobler?). Gerichtlicher Process, auss Grund der rechten und gemeyner übung zum fleissigsten in drei theil verfasset. Frankfurt 1536: Dr. E. BEHRE, Berlin.

Gobler, Der Rechten Spiegel. Frankfurt 1550: Dr. E. BEHRE, Berlin.

Gobler, Das Statuten Buch, Besatz, Ordnungen u. Gebräuch, Kaiserlicher, ... Land und Stett Rechten. Frankfurt, Egenolffs Erben, 1558: Dr. E. BEHRE, Berlin.

Gottfried von Strassburg, Tristan, hrsg. von Reinh. Bechstein. Leipzig 1873. (Unter Heranziehung der Ausgabe von W. Golther, Deutsche Nationallitteratur IV): Stud. ARTHUR MÜLLER, Seminar Roethe, Berlin.

Guben, Die Rechtsbücher der Stadt, hrsg. von Sausse, Guben o. J.: Rechtspraktikant GOITEIN, Heidelberg.

Hach, Das alte Lübische Recht, hrsg. von J. F. Hach, Lübeck 1839 (angefangen): Dr. RINTELEN, Charlottenburg.

Hameln, Urkundenbuch von, I. hrsg. von Meinardus (angefangen): Dr. SOPP, Karlsruhe.

Hanserezesse, 2. Folge I—VII, 3. Folge I—VII: Amtsrichter Dr. BODEN, Hamburg.

**Hoheneck, Die löbliche herren stände des Ertzhertzogthumb Österreich ab der Enns ... oder genealog- und historische Beschreibung von deroselben ankunfft, stifft etc. zusammengetragen durch dero mitglied Johann Georg Adam Freyherrn von Hoheneck. Passau. I (1727). II (1732). III (1745): EDW. ZELLWECKER.

Homeyer Klenkok, Johannes Klenkok wider den Sachsenspiegel. Von G. Homeyer, Abh. d. Berl. Ak. d. Wiss. 1855, S. 377ff.: Referendar WILLY ERNST, Berlin.

**Jansen Enikel, Weltchronik, hrsg. von Strauch, Mon. Germ. hist., Script. vern. lingua usi III, 1: stud. phil. PAUL PIRKER, Wien.

**Jansen Enikel, Fürstenbuch, hrsg. von Strauch, Mon. Germ. hist., Script. vern. lingua usi III, 2: PAUL PIRKER.

**Jansen Enikel, Das Landbuch von Österreich und Steier. Einleitung zu Jansen Enikels Fürstenbuch, hrsg. von Lampel, Mon. Germ. hist., Script. vern. lingua usi III, 2, S. 687—720: PAUL PIRKER.

**Jansen Enikel, Babenbergische genealogie, hrsg. von Strauch, Mon. Germ. hist., Script. vern. lingua usi III, 2, S. 680—686: PAUL PIRKER.

Informatio, Über die Informatio ex speculo Saxonum. Von G. Homeyer, Abh. d. Berl. Ak. d. Wiss 1856, S. 620ff.: Referendar WILLY ERNST, Berlin.

Joachimsthaler Bergordnungen von 1518 und 1541 und Privileg von 1638. Wagner. Corpus juris metallici: Dr. Eberhard v. Künssberg. Sem. v. Schwind. Wien.
Judith. Die jüngere. Deutsche Gedichte des 11./12. Jhs., hrsg. von J. Diemer: Heinrich Frisa.
Klingen. Stadtrecht vom Jahre 1353 an, Michelsen. Rechtsd. 1891ff.: Dr. van Vleuten. München.
Kuttenberger Bergordnung. 14. Jh., Wagner, Corpus juris metallici: Dr. Eberhard v. Künssberg. Sem. v. Schwind. Wien.
Landrecht der Siebenbürger Sachsen von 1583. Hermannstadt 1779 Dr. Eberhard v. Künssberg. Sem. v. Schwind. Wien
* Landsbrauch des Innerbregenzer Waldes. 1774: Rechtskandidat Wilh. Rothleithner, Innsbruck.
* Leben des heil. Hieronymus, in der Übers. des Bischofs Johannes von Olmütz, hrsg. von Anton Benedict (um 1370). Prag 1880. (Bibl. der mhd. Literatur in Böhmen. III.): Vally Horner, germ. Sem., Wien.
Leges Visigothorum ed. K. Zeumer, Mon. Germ hist., Leg. sectio I. tom. I. Hann. und Leipz. 1902. Schröder.
Limburgsche Wijsdomen. uitg. door Jos. Habets. Oude Vaderlandsche Rechtsbronnen I. nr. 12. s'Gravenhage 1891: Dr. van Vleuten. München.
Lübeck, Urkundenbuch der Stadt, V und VI: Referendar E. Rubin. Berlin.
Lüneburg. Stadtrechtsreformation von 1577—1583. Pufendorf. Observationes IV, App. S. 624—856. Rechtspraktikant Karl Becker. Mannheim.
Magdeburg. Laband, Das Magdeburg-Breslauer Systematische Schöffenrecht aus der Mitte des 14. Jhs., Berlin 1863. Dr. Freiherr v. Schwerin, München.
Magdeburg. Magdeburger Schöffensprüche. Gaupp. Das schlesische Landrecht. Leipzig 1828. S. 255—276: Dr. Freiherr v. Schwerin.
*Mémoires et documents de la Suisse romande. XXIII. Urkunden von Greyerz: Rechtskandidat Sieber. Sem. Gmür. Bern.
Mittheilungen der Bad. Hist. Kommission Nr. 1.23 (1901): Dr. Hopf in Freiburg i. Br.
Monumenta Germaniae historica. Auct. antiquiss. XIV. 1905. Dr. Leopold Perels.
Monumenta Germaniae historica. Leg. sectio IV. Constitutiones et acta publica imperatorum et regum. tom. I: Dr. Ernst Perels. Berlin.
**Monumenta Hungariae iuridico-historica. Corpus statutorum IV. 2. Statuta Municipalia Hungar. Cisdanub. Budapest 1897: Felix Köller. rechtsw. Seminar. Wien.
Monumenta Zollerana, hrsg. von Stillfried und Märcker I. (1852). II.: Dr. Heerwagen. Nürnberg.
**Municipal-Constitutionen der Siebenbürger (16.—18. Jh.). Hermannstadt 1862: Dr. Eberhard v. Künssberg. Seminar v. Schwind. Wien.
Münster i. Westf.. Die Gewerbe der Stadt. hrsg. von Krumbholtz. 1898. Publikationen aus den K. Preussischen Staatsarchiven. Bd. 70: Dr. Koehne. Berlin.
Notariat und Teutsche Rhetorie. Frankfurt a. M. 1538. 1565. 1567. 1585: Dr van Vleuten. München.
Notariat. Kunst des. Nürnberg 1502: Dr. van Vleuten. München.
Peine. Statuten von 1597, Pufendorf. Observationes IV. App. S. 242—281: Rechtspraktikant Karl Becker. Mannheim.
Pertz, Monumenta Germ. hist., Diplomatum imperii I. ed. K. F. A. Pertz, Hannoverae 1872 fol., 1. Diplomata regum Francorum e stirpe Merowingica. 2. Diplomata maiorum domus e stirpe Arnulforum Dr. Rauch. Charlottenburg.
Pertz. Monumenta Germ. hist., Diplomatum imperii I. Diplomata spuria: Dr. Rauch.
Pfarrer von Kalenberg. Narrenbuch. hrsg. von Bobertag, Deutsche Nationallitteratur XI. Dr. Dollmayr.
Pupikofer. Geschichte des Thurgaus. Anh. Urkunden I. II.. Rechtskandidat Hoebler, Seminar Gmür, Bern.
Reichsabschiede, Neue und vollständigere Sammlung der Reichsabschiede, welche von Konrad II bis jetzo auf den Teutschen Reichs-Tagen abgefasset worden. [Hrsg. von Ernst Aug. Koch.] Th. 1—4. Franckfurt a. M. 1747 (angefangen) I: Dr. Fürstenau. Berlin: II Dr. Kurt Perels. Kiel.
Reichstagsakten, Deutsche, ältere Reihe VII. VIII. Dr. Vigener, Giessen.
Rostock. Älteste Gerichtsordnung. Beiträge zur Geschichte der Stadt Rostock III, 4. S. 95ff.: Dr. van Vleuten. München.

Rudolf, Graf, hrsg. von Wilhelm Grimm. Göttingen 1844: cand. phil. Walther Kotzenberg, Charlottenburg.

*Sankt Gallen, Rechtsquellen des Kantons, hrsg. von Gmür, I, 1. 1903, Schweizer Rechtsquellen. Stud. jur. Isenschmid und Rechtskandidat Sch[illegible], Seminar Gmür, Bern.

Schlesisches Goldrecht (13. Jh.). Gaupp, Das schlesische Landrecht. 1828. S. 229 ff.: Dr. Leopold Perels.

Schlettstädter Stadtrechtsquellen, hrsg. von J. Gény. Heidelberg 1902, Oberrh. Stadtrechte III. Abteilung. (Nunmehr zum Abschluss gebracht) Schröder, Prof. Lo[illegible], Dr. Herrmann, cand. phil. P. Ki[illegible], Stud. Jos[illegible], Stud. v. R[illegible], Heidelberg.

**Schmeltzl, Wolfgang. Ein Lobspruch der Stadt Wien. 1548. Wien 1849: Hans Sieg[illegible], Kremsmünster.

Schwabenspiegel. Handdruck für Rockingers Schwabenspiegelausgabe nach der Freiburger Handschrift und der vergleichenden Übersicht ihrer Texteinteilung mit der von Schwsp. L. bei L. v. Rockinger, Zu Handschriften der jüngeren Gestalt des Kaiserlichen Land- u. Lehenrechts, Abh. d. Münch. Ak. d. Wiss. Phil. Kl. Bd 22, 3. Abt. (Bis Art. 111 [L. 123 *b*] fertig) Referendar Wilhelm Ernst, Berlin.

*Siebenbürger Landrecht. Eigen-Landrecht der Siebenbürger Sachsen. Text nebst Kommentar von Reusner. Wittemberg 1722. Leipzig 1744. Hermannstadt 1780 Felix Köhler, rechtsw. Seminar, Wien.

Soest-Siegen. Schöffensprüche für Siegen. Wigand. Archiv für die Geschichtskunde Westphalens VII, S. 57—65: Dr. van Vleuten, München.

**Sonnenfels. Briefe über die Wiener Schaubühne. Wien 1768. Wiener Neudrucke 7. Frau Dr. Christine Touaillon-Auspitz, germ. Seminar, Wien.

**Statuta iurium municipalium der Siebenbürger Sachsen, hrsg. von Schuler von Libloy. Hermannstadt 1853: Felix Köhler, rechtsw. Seminar, Wien.

**Sterzinger Stadtbuch. Anhang, Geschichtsfreund 1866: G. Fr[illegible].

Strassburger Münz- und Hausgenossenrechte, K. Th. Eheberg, Über das ältere deutsche Münzwesen und die Hausgenossenschaften. Leipzig 1879, S. 184—208 (Schmoller, Staats- und sozialwissensch. Forschungen V, 2): Dr. Eberhard v. Künssberg und Beilhardt.

**Suchenwirt, Peter, Werke, hrsg. von A. Primisser. Wien 1827. (14. Jh.): Paul Pirkler, Wien.

Turmair's gen. Aventinus Bayer. Chronik, hrsg. von M. Lexer. Bd. 1, 1. 1, 2. 2 in Turmair's sämmtl. Werken hrsg. von d. K. Bair. Akad. d. Wiss. IV, 1. 2. V (begonnen). Dr. Gustav Wahl.

*Urkundenbuch des Landes ob der Enns V (1868): Otto Back.

*Urkundio, Solothurn Urkundio I. II. 1857: Rechtskandidaten Werner und St[illegible], Seminar Gmür, Bern.

Valvasor, Die Ehre Krains. Laibach 1689. Karl Kreis[illegible].

Waadt. Der Landschaft Waadt Satzung und Statuten. Bern 1616 (vollendet): [illegible].

Weimar. Stadtbuch 1381—1392, Michelsen, Rechtsd. 207 ff.: Dr. van Vleuten, München.

Wigand. Denkwürdigkeiten für deutsche Staats- und Rechtswissenschaft, für Rechtsaltertümer, Sitten und Gewohnheiten des Mittelalters, gesammelt aus dem Archiv des Reichskammergerichts zu Wetzlar. Leipzig 1854: Dr. E. B[illegible], Berlin.

**Willkür der Sachsen in dem Zips von 1370. Michnay und Lichner, Ofner Stadtrecht, Pressburg 1845: Dr. Eberhard v. Künssberg, Seminar v. Schwind, Wien.

Wirnt von Gravenberg. Wigalois, hrsg. von Franz Pfeiffer. Leipzig 1847. (Mit Heranziehung der Ausgabe von Friedr. Benecke, Berlin 1819): Stud. Ar[illegible] M[illegible], Seminar Roethe, Berlin.

Wirtembergisches Urkundenbuch VIII (fertig), IX (angefangen). Ausserdem archivalische Materialien aus Stuttgart. Dr. Me[illegible], Stuttgart.

Wolfdietrich B, hrsg. von A. Amelung und O. Jänicke. Deutsches Heldenbuch III. Berlin 1871: Max W[illegible], germ. Seminar, Wien.

Zeitschrift f. schweiz. Recht. N. F. VI. 255 ff.: stud. jur. Walter S[illegible], Seminar Gmür, Bern.

Zeitschrift f. d. Gesch. d. Oberrheins XXXVI. N. F. XVI. XVIII: Dr. He[illegible], Freiburg i. Br.

Zerbst. Neubauer und Siebert, Das älteste Schöffenbuch der Stadt Zerbst. Zerbst 1900 (S.-A. aus den Mitteil. des Vereins für anhalt. Gesch. VIII): Dr. van Vleuten, München.

Zivier. Akten und Urkunden zur Geschichte des schlesischen Bergwesens. Kattowitz 1900: Dr. van Vleuten, München.

*Züricher Stadtbücher, hrsg. von Zeller-Werdmüller II (vollendet): Rechtskandidat Lehmann, Seminar Gmür, Bern.

**Zycha, Adolf, Das böhmische Bergrecht des Mittelalters. 2 Bde., 1900: Stud. Schranil, Seminar Zycha.

Belgische Quellen, ausgezogen von Hrn. Prof. des Marez in Brüssel.

Foppens, F., Auberti Miraei Opera diplomatica. Lovanii et Bruxelles 1723—48. 4 vol.

Willems, J. F., Brabantsche Yeesten. Codex diplomaticus. Tomes I. II. Bruxelles 1839—43.

Coutumes de Belgique. Quartier de Gand. Tomes VII. VIII: Coutumes du Vieux Bourg de Gand, publiées par D. Berten. Bruxelles 1904. Tome IX. Coutumes des seigneuries enclavées dans le Vieux-Bourg de Gand. p. p. D. Berten. Bruxelles 1904. Tome XI: Coutumes de la Ville et chatellenie de Courtrai par le Cte de Limburg-Stirum. Bruxelles 1905.

Coutumes de Belgique. Quartier de Furnes. Tome IV: Coutumes de la ville et chatellenie de Furnes, par Gilliodts-Van Severen. Brux. 1897. Tome V: Coutumes de la ville et du port de Nieuport, par le même. Bruxelles 1901. Tome VI: Coutumes de Lombardside, Loo et Poperinghe, par le même, Bruxelles 1902.

Coutumes de Belgique. Coutumes du pays de Looz .... par L. Crahay. 3 vol. Bruxelles 1871—1897.

Coutumes de Belgique. Coutumes du duché de Limburg et du pays d'Outre Meuse, p. p. C. Casier et L. Crahay. Bruxelles 1889.

Coutumes des pays, duché de Luxembourg et comté de Chiny, p. p. Leclercq. 2 vol. et 2 suppléments. Bruxelles 1867—1887.

Coutumes de la ville de Maestricht, p. p. L. Crahay. Bruxelle 1876. (Recueil des anc. cout. de Belgique.)

Inventaire chronologique des chartes de la ville d'Arras (par Guesnon) s. l. n. d.

Vanderkindere. Deux notes à propos de Uccle. Bull. de l'acad. roy. Belg. 1904.

Von der Commission festgestellte Grundsätze für die Ausarbeitung der Wortartikel.

Die **Reihenfolge der Wortartikel** ist streng alphabetisch; die offizielle neuhochdeutsche Orthographie soll dabei maßgebend sein und demgemäß auch f und v im Anlaut auseinandergehalten werden. Dagegen wird bei Verteilung der Artikel unter die Bearbeiter das entscheidende Gewicht auf den Wortstamm gelegt (Schmellersches System).

Als **Stichwort**, unter dem das einzelne Rechtswort nachzuschlagen ist, kommt nur dessen neuhochdeutsche Form, falls vorhanden, in Betracht. Eine solche neuhochdeutsche Form wird für das Stichwort konstruiert, wo der aus der älteren Sprache entlehnte Rechtsausdruck in neuhochdeutsche Lautform umgesetzt verständlich bleibt (z. B. Wairaub, nicht aber Weiße = wize). Ist die neuhochdeutsche Lautform nicht anwendbar, so wird eine möglichst junge und dem Neuhochdeutschen möglichst nahestehende Form gewählt (also wize, nicht wîte oder gar witi; lieber mhd. als mnd., lieber mnd. als ae.; lieber mhd. als ahd.). Soweit es zur Erleichterung des Auffindens dient, werden auch abweichende Wortformen an der ihnen alphabetisch zukommenden Stelle des Wörterbuchs als Stichworte aufgenommen, aber nur mit einem Hinweis auf den Artikel, der sie behandelt, versehen.

Als **Type** wird die gerade Antiqua zugrunde gelegt, in ihr werden die Quellentextstellen gedruckt, weil sie in dem Werke den breitesten Raum einnehmen, ebenso das an der Spitze jedes Artikels stehende, dort fett zu druckende Stichwort. Auch für Zahlen und Petitdruck dient die gerade Antiqua. Die Kursive wird verwendet für die eigenen Ausführungen des Verfassers, einschließlich der Bezeichnung der Quellen.

In den **Zitaten** tritt die Angabe der Quelle (Titel, Buch-, Paragraphen-, Seiten-, Zeilenzahl) hinter deren wiedergegebenen Wortlaut, sofern nicht im Einzelfall die Stilisierung ein anderes erheischt. Text und Quellenangabe folgen sich ohne Interpunktionszeichen: nur wo die letztere voransteht, trennt das Kolon. Heimat und Alter einer Quelle, die nicht ganz allgemein bekannt ist, sind jedesmal anzugeben, zumal bei Urkunden und Weistümern. Zur Bezeichnung wiederholter Auflagen von Büchern dient der Exponent. Hierbei sowie bei Zitaten von Bänden der Zeit- und sonstigen fortlaufend erscheinenden Schriften werden arabische Ziffern gebraucht, desgleichen bei Anführung der Seitenzahl.[1] Römische Ziffern werden verwendet beim Zitieren von Bänden eines in sich geschlossenen Werkes, auch wenn dasselbe noch unvollendet ist. Zwischen die Band- und Seitenzahl tritt, falls die erstere arabisch ist, ein Komma, sonst nichts. Mehrere unmittelbar nebeneinander angeführte Quellenstellen gleicher Bedeutung werden durch Semikolon, bloße Seitenzahlen durch Punkt getrennt. Zur Seitenzahl kommt bei Urkundenbüchern noch die Nummer der Urkunde. Solche Fundstellen, deren Text nicht angeführt wird, sind an der einschlägigen Stelle des Wortartikels hinter den Textzitaten zu verzeichnen.

Die **Abkürzungen** der Büchertitel und Quellenangaben, der grammatischen Termini, der geographischen Namen sind genau nach einem einheitlich ausgearbeiteten Verzeichnis der Abkürzungen vorzunehmen, das jedem Mitarbeiter zugehen wird.

Für die **Disposition innerhalb des einzelnen Artikels** gelten folgende Regeln:

1. Der Artikel beginnt mit dem Stichwort und verzeichnet zunächst die verschiedenen **Wortformen**, unter Ausscheidung rein graphischer Varianten. Das Sprachgebiet, die Wortart, bei Substantiven das Geschlecht, und hier sowie bei Verben die Beugungsart werden durch Sigel bezeichnet[2]: doch dürfen die Angaben über Wortart, Geschlecht und Flexion bei den einzelnen Wortformen fortfallen, wenn diese sämtlich dieselbe Wortart, dasselbe Geschlecht und dieselbe Flexion haben wie das Stichwort, also: Pflege stf., ags. plega, mhd. phlege, mnd. plege: aber wize stf., ahd. wizi stn., as. witi stn., mnd. wite stf. Das Stichwort wird nur am Anfang des Artikels und auch da nur dann mit einem großen Anfangsbuchstaben geschrieben, wenn es als neuhochdeutsches Hauptwort behandelt ist. Vokalqualitäten werden nicht bezeichnet. Dagegen wird das etymologische Längenzeichen (Zirkumflex) bei Angabe der verschiedenen Wortformen und bei einzeln angeführten altdeutschen Wörtern (also auch beim Stichwort, wenn es nicht nhd. Lautform trägt) gebraucht, nicht aber in den Quellenstellen. Lateinische Bezeichnungen

[1] Bei Einleitungen mit römischen Seitenzahlen sind römische Ziffern zu verwenden.

[2] Als Sigel dienen a., m., n. für alt-, mittel-, neu-: got., n., nd., hd., fr., s., ags., e., für gotisch, nordisch, niederdeutsch, hochdeutsch, friesisch, sächsisch, angelsächsisch, englisch. Also an. = altnordisch.

für die Wörter werden grundsatzlich nur, wenn sie quellenmäßig sind, gegeben (also in gerader Antiqua).

2. Es folgen kurze Angaben über die **Herkunft** des Wortes, insoweit sie zum Verständnis der Grundbedeutung wünschenswert sind.

3. Die älteste **Wortbedeutung** wird mitgeteilt, und kurz ausgeführt wie sich die Bedeutung im gemeinen Sprachgebrauch weiter entwickelte, während im übrigen nur die in der Rechtssprache vorkommenden Bedeutungen berücksichtigt werden.

4. **Gebrauch und Bedeutung des Wortes als Rechtswort** wird **im einzelnen** dargestellt. Dies geschieht in möglichst knapper Fassung, bei welcher vollständige Sätze nicht erforderlich, längere abgerundete Perioden zu vermeiden sind. Polemik ist unzulässig, unbeschadet der Erwähnung abweichender Ansichten. Bei nicht ganz kurzen Artikeln findet eine Gliederung in Unterabteilungen statt (Schema: **I. 1. a.** a. a). Sowohl für das Wort wie für seine verschiedenen Bedeutungen ist die zeitliche und örtliche Verbreitung möglichst anschaulich zu machen. Die Hauptbedeutung jeder Unterabteilung und das Wort selbst in jeder Belegstelle ist durch Sperrdruck auszuzeichnen. Die Texte werden von den Bearbeitern in der Schreibweise der Quelle wiedergegeben: erst bei der Schlußredaktion soll von einer Hand die Orthographie insoweit vereinfacht werden, als unter ihren Auswüchsen die Verständlichkeit leiden würde.

5. Die **Zusammensetzungen** des Stichworts, in denen dieses nicht an erster Stelle steht, werden am Schluß des Artikels in alphabetischer Reihenfolge aufgezählt. Ebenso ist dort und am Schlusse der einzelnen Unterabteilungen auf bedeutungsverwandte Worte zu verweisen.

6. Angehängt werden **Literaturhinweise** (in Petit Antiqua), wobei aber die landläufigen Wörterbücher nur angeführt werden, wenn sie dem Wort eine besondere Berücksichtigung widmen.

Probeartikel.

Die folgenden Probeartikel wollen ein Bild davon geben, welche Einrichtung die Artikel des Rechtswörterbuchs haben sollen, dagegen beanspruchen sie in keiner Weise, das Material zu erschöpfen.

I.

Makler (*Makler*) *stm., gewerbmäßiger Vermittler von Handelsgeschäften.*

I. *Verbreitung. Das Wort ist aus dem Niederdeutschen ins Hochdeutsche seit dem 17. Jahrh. eingedrungen. Haltaus Glossar* (1758) *kennt es nicht; Adelung* III (1777) S. 329 *bezeichnet es als in einigen Handelsstädten besonders Niedersachsens üblich. Doch gebraucht es schon die Leipziger Wechselordng. v.* 1682; *eine Ordnung von Frankfurt a. M.* 1685 (*Siegel Corp. jur. camb.* I 1; *Uhl, Fort. v. Siegel* I 90). *In Frankfurt und Nürnberg noch zusammengestellt mit Unterkäufer* (*Roth, Gesch. des Nürnb. Handels* IV 332). *Unterkäufer* (*s. d. Wort*), *die ältere Bezeichnung für denselben Begriff, für Köln im 12. Jahrh. bezeugt, in Süd- und Westdeutschland herrschend, auch nach Mittel- und Norddeutschland* (*Braunschweig, Hannover, Hildesheim*) *vorgedrungen, wird in Norddeutschland schon im Mittelalter, im übrigen Deutschland seit dem 18. und 19. Jahrh. durch Makler aus dem Gebrauch verdrängt. In der Schweiz ist Makler noch heute unbekannt. Am frühesten bezeugt ist M. in den Niederlanden:* 1252 ordinandche van den lone van den m a k e l a e r s (*Hans. UB* I *n.* 136 S. 157), *eine Verordnung der Gräfin Margarethe v. Flandern für die deutschen Kaufleute.* 1291 *Dordrechter Kur für alle, die* m a k e l a r e te wesene *te beghinnen* (*das. n.* 1090 S. 376). *Um c.* 1300 *ist M. in Lübeck,*

Bremen, Hamburg, Wismar, Rostock, Danzig. Um 1330 *in Braunschweig ein Statut* van den underkoperen, *in dem einmal der Ausdruck* mekellere *neben dem sonst ständig gebrauchten* underkoper *vorkommt* (*UB.* II *n.* 876 S. 516): *mechler in den Statuten und Echtdingen Braunschweigs nur* mekeler. *Diese Form ist die regelmäßig in den niederdeutschen Städten vorkommende, während in den niederländischen* makelaar *vorherrscht*: mekeler *in den Brügger Statuten c.* 1348 (*Hans. UB.* III *n.* 573). *Die Verbreitung des Worts ist offenbar durch den hansischen Handel von den Niederlanden aus über das nördliche Deutschland erfolgt, weshalb man es in Sachsen im 17. Jahrh. als ein spezifisch hansisches Wort ansah* (*Grimm DWB.* VI 1489). *Aus dem Deutschen ging es in das Dänische* maegler *und in das Schwedische* mäklare *über. In e. schwed. Urk. v.* 1407 maekla oc unskilia, *mäkeln und entscheiden* (*Silfverstolpe, Svenskt Diplomat.* I [1875] *n.* 801). *Im Hochdeutschen finden sich nur vereinzelte Spuren*: mecheler (*s. u.*) *und* macher (*s. u.*). *Latinisiert begegnet es als* macalarius: prosenetha (proxeneta) seu makalarius 1360 *flandr. Priv. für d. deutschen Kaufleute* (*Hans. UB.* III S. 247 § 19). *Im Französischen* maquignon de chevaux *Roßtäuscher*, maquereau *Kuppler*.

II. *Herkunft. M. ist von dem Verbum* makeln *swv. gebildet, das sich selbst zu* maken *stellt wie* lächeln *zu* lachen, streicheln *zu* streichen, fächeln *zu* fachen, schmeicheln *zu* schmeichen (*über Verbal-Diminutive vgl. Grimm, Gramm.* III [1890] S. 662). *Da* maken *wie das hochdeutsche* machen *verwendet wird für: ausmachen, zustande bringen, unterhandeln, vermitteln* — (*Archenholz, kl. histor. Schriften* I [1791] S. 10, *von K. Friedrich Wilhelm I. und seinen großen Grenadieren sprechend*: er nahm sich aller ihrer Angelegenheiten an, führte ihre Prozesse, machte ihre Heiraten ...) — *so bedeutet* makeln (mäkeln) *das geschäftige sich Hin- und Herbewegen, auch wohl das kleinliche Bemühen einer Person, zwei Parteien handelseins zu machen, durch Überbringen von Anträgen und Gegenanträgen zu einer Einigung über Ware und Preis zu bewegen.* maeckeln = conciliare, transigere *Kilian, Etymologicum Teutonicae linguae* (1599): den handlern und macher diser sach hand wir geben *Urbar des 15. Jahrh. von St. Urban bei Bern, Fontes r. r. Bern.* II S. 53. Macklen und Unterhandeln *Frankf. Ordng. der Wechselmakler v.* 1799 *als Bezeichnung der Tätigkeit des M. Da zur Tätigkeit des M. das Prüfen der zu verkaufenden Ware gehörte und er gelegentlich deren wahre oder angebliche Mängel rügte, um einen desto wohlfeileren Preis bedingen zu können, so warf man das Wort mit* makeln *zusammen, das, von dem lat.* macula *abgeleitet, nichts mit unserm W. zu tun hat. So das Bremische Wörterb.* III (1768) S. 115: mäkeln sollte wohl eigentlich heißen: Mäklerey treiben, wir brauchen es aber nur für: tadeln, Fehler finden.

III. *Gebrauch. Der M. ist* over den cope, over ind ane den cop: *er bringt* de koplude van beiden ziiden to hope *Hans. UB.* VIII *n.* 119 S. 92 (*Nowgoroder MO.* 1452), *er hilft kaufen und verkaufen, auch schlechthin: kauft und verkauft. Am schärfsten drückt seine Tätigkeit die beliebte Wendung aus*: den kop maken *d. h. das Handelsgeschäft zustande bringen.* Nen mekeler enschal kop maken, he en bringe mund tegen mund *Lüb. UB.* VI *n.* 784 S. 765 (*15. Jahrh. init.*): de mekelere, de den koop makeden, *bekunden den Preis, den eine Ware zu einer bestimmten Zeit hatte. Hans. UB.* IV *n.* 833 S. 350 (1385 *Braunschwg. Ratsurk.*): *Greifsw. Zunfturk.* II [1901] S. 121 (*Greifsw. MO. c.* 1443). *Zu dieser Hilfeleistung beim Handel sind die M. obrigkeitlich bestellt und werden beim Antritt ihres Amts mit einem Eide belegt: deshalb auch geschworene M. In Brügge und Dordrecht schwören sie*: recht makelare te wesene ende gherechticheide derin te seghene ieghen den copere ende den vercopere *Hans. UB.* II *n.* 154 § 13 S. 67 (1309). *Sie sollen demnach unparteiisch und* deme armen alse dem riken *d. h. jedermann zugänglich sein Zs. des histor. V. für NS.* 1876 S. 29 (*Hannov. Stat. von c.* 1360). *Vermöge seiner Anwesenheit bei dem Kaufgeschäfte kann der M. zugleich als Zeuge fungieren. Daher auch die Zusammenstellung* mecheler und winkaufslüde *Lexer* I 2068 (1470): overtugen met twen guden

copluden eder met mekelers. de darover ghewest hadden *Hans. UB.* III *n.* 573 (1348). *In friesischen Rechtsquellen ein* mekere *als Zeuge in Streitigkeiten über die Aussteuer* (*Richthofen WB. Sp.* 918).

Die M. werden für einzelne Warenzweige angestellt und fungieren hinsichtlich dieser als Sachverständige. Zu Ausgang des Mittelalters werden sie auch von den städtischen Obrigkeiten als polizeiliche Organe verwandt, namentlich zu dem Zweck die städtische Aufsicht über ordnungsmäßigen Verkehr wahrzunehmen und eine Kontrolle im fiskalischen Sinne zu üben.

Grimm. DWB. VI 1490. — Schiller u. Lübben. Mittelniederd. WB. III 60. — Verwijs en Verdam. Mittelniederl. WB. IV (1899) S. 1030. — F. Frensdorff. Der Makler im Hansagebiet (Festgabe der Götting. Juristenfak. f. Regelsberger 1901) S. 256 ff.: hier auch die Belege für die im Vorstehenden unbelegt gebliebenen Stellen. — K. Lehmann in Z. f. Handelsr. 56 (1905) S. 260.

F. Frensdorff.

II.

Pflege *stf.*, *ags.* plega, *an.* plag, *mhd.* phlege, *nd.* plege, *fr.* pliga, plega. *Nebenformen*: *mhd.* phlâge, *nd.* plâge. *Zu pflegen. Daher im allgemeinen liebevolle Fürsorge: insbesondere Obhut und Unterhaltsgewährung; aber auch Pflicht, pflichtmäßige Leistung; ferner andauernde Beschäftigung mit etwas, Gewohnheit.*

I. *Recht und Pflicht der Fürsorge.*

1. *Fürsorge für eine Person.*

a) Allseitige Fürsorge für Gebrechliche; Obhut und Verpflegung in Verbindung mit Vormundschaft. So wohl die den Erben auferlegte Fürsorge für den wegen Gebrechen Erbunfähigen in Ssp. I 4: uppe altvile unde uppe dverge ne irstirft weder len noch erve, noch uppe kropelkint: sve denne de erven sint und ire nesten mage, de solen se halden in irer plage. *Ferner die Fürsorge für den nur von der Verwaltung seines Erbes ausgeschlossenen Gebrechlichen in Rb. n. Dist.* I 5. 10 Z. 141—152 *Ortloff* 24: misselsuchtige lute, stummen unde blinden, fusselose adder hantlose lude ... der sal sich unterwinden or nester vatermag und sal si mit oreme erbe in rechter phlage habe, also verne daz gud daz getragen mag .. Wulde sich nu einer der nesten nicht underwinde .. welch denne der neste ist, der sal sich phlege underwinden mit orme gude.

b) Vormundschaft. Jedoch, während schon im Deutschensp. und Schwabensp. sowie in anderen süddeut. Quellen des M. A. der Vormund technisch Pfleger *heißt, verhältnismäßig selten und spät*: swann der edel man Heinrich der Reuße ... von unsers lieben suns und fürsten Fridrichs Marggrafen ze Myssen pflege varen will, daz er daz dann wol getun mag, swann er will *Urk. Ludwigs IV. a.* 1338 *bei Becker Stemma Ruthen. p.* 57: Joh. Meyer .. hat vor uns geoffnet, daz er dem Hänslin Keller siner müter und sinen fründen von der vorgeseiten pfleg wegen rechnung mein ze geben *Zürich. Stadtb. a.* 1399 *Zeller* I 337 nr. 167: haben wir die .. fürsten ... vermocht ... sich .. unserer ... söhne vormundschaft und pflege zu unternehmen *Urk. a.* 1573 *Sachse Mecklenb. Urk.* 291; das übrige gut soll den gehorsamen und ihren kindern under vögtlicher plag belyben *Wiedertäufermandat a.* 1585 *Berner Mand.* 17, 14: welche erwehlten vögt ... zu annemung solcher pfläg gezwungen werden mögend *Berner Stadt-Ger.-Satz. a.* 1615 *p.* 16.

Siehe Pfleger, Pflegnis, Pflegschaft, Pflegkind usw., Verpflegen.

c) Verpflegung, Gewährung von Kost und Unterhalt. So unter ausdrücklicher Unterscheidung von der Vormundschaft die Verpflegung von Kindern durch die das Beisitzrecht ausübende Mutter und den Stiefvater in Erfurter Stadtr. a. 1306 *c.* 10 *Walch* 1, 100 ff.: phlage ... an kost an cleidern und an redelicher notdurft (*u. ö.*). *Auch in Magdeb. Fr.* I 7, 9: eyn kint ... das war stum unde horte ouch nicht, das selbe kint hilt myn wip in hute und in pflegin XVI jar bis an synen tod.

Siehe Pflegen.

2. *Fürsorge für eine Sache, Bewahrung und Verwaltung eines Hauses, eines Gutes, eines Vermögens, einer Anstalt*: do het er gar in siner pflege daz hus ... und was diu mure umbe

vie *Wirnt Wigalois v.* 8376: auch hiete ez in siner pflege Sinâi den berc alle wege *Deut. Heldenb.* I 238 *Walb.* 35: der zuo der zit von des bischoffes wegen daz hûs het in siner phlegen *Oest. Rchr.* 95994: die mit solcher sache mit gut gewidmet is un ez in phlegen hat *Kl. Kaiserr.* II 52 (*v. die Frau, die ein Gut als* widemen *empfangen hat und von der es ebd. c.* 51 *heißt*: daz wib sal auch des gutes ein phlegerin sin): ich bin gewesen ein leutgeb und het die staet in meiner phleg *Erl. Spiele* 4, 202: darumb so haben wir ... Grave Hermann von Henneberg .. zu einem sulchen Pfleger erwelt u. gemacht, daz zu Latein Coadjutor genant ist, und haben in nach uswisung geystlicher recht in dieselbe phlege gesetzt *Schreiben des Bisch. Albert v. Bamberg a.* 1413 *Schannat, Saml. alter Docum.* I 117: item von der heiligen crütz pfleg, das ainem yeden pfleger geben werde 15 sh. für sein müg u. arbeit *Stadtr. v. Rottweil* 307.

Siehe Pflegen. Pfleger. Pfleglich. Pfleglos. Pflegschaft. Heiligenpflege. Pfarrpflege. Spitalpflege. Unpflege. Verpflegen.

3. *Fürsorge für Land und Leute, vogteilicher Schutz, Rechtspflege und Verwaltung.*

a) *Amt, Richteramt*: ein iglich richter hat ... alles daz zu rechtfertigen, daz unter siner phlege ist (*Var.*: dat is dat in sinem gerichte geschiet) *Kl. Kaiserr.* I 7. *Seit dem* 14. *Jahrh. insbesondere die einem königlichen oder landesfürstlichen Land- oder Stadtvogt, der seitdem auch Pfleger heißt, anvertraute Amtsgewalt*: und haben in ze schirme und ze pflege geben den vesten manne Engelhart von Hirshorn *Mosbacher Stadtr. a.* 1345 *O. St. R.* 1, 550: in verstießen von der pfleg *Urk. a.* 1349 *b. Zellweger Appenz. Urkb. nr.* 83: von der pleg und landvogtey der Stadt Nurnberg und Rothenburg nimmermehr versetzt ... werden sollen *Dipl. Caroli IV a.* 1360 *Falckenstein Cod. dipl. antiq. Nordg.* 193: unserm lantvogte, under des phleg Jedermann gesessen ist *Urk. a.* 1370 *Basler Urkdb.* 4, 336: der fleige halber in rachtunge *Mainzer Chronik aus* 15. *Jahrh., Städtechron.* 17. 337: *Bericht über Kaiserliche Verpfändung der* plege *an die Stadt ebd.* 372: wem man bevilcht .. pfleg und gericht *O. v. Wolkenstein ed. Schatz* CXVIII 294: also bechen ich ... das ich solich von gewalt wegen getan hab und nit von gerechtigkait des ambtes, der pfleg und gerichts *Urk. a.* 1446 *Indersdf. Diplomatarium* 732: erstlich ist wol nit alweg ein klaine purd, neben den pflegen auch gerichtlich verwaltung haben *Laysche Anzaigung fol.* 3*b*: gebietten und befehlen dorauf allen unsern bergkhofmeistern richtern amptleuten pflegern, den iezigen und zukonftigen, was ampt und pflege die von uns und unsern nochkomen haben und halden werden *Wuthe Schles. Bergb. nr.* 293 *S.* 140 (*a.* 1502): Vogtey ... in weitschichtigerem verstand ... bedeutet .. ein jedwederes amt, pflege, wie auch ... schirmgerechtigkeit *F. J. Greneck Theatrum jurisdictionis Austriacae, Wien* 1752, *S.* 97 § 90. — *Allgemein wurden in Bayern landesfürstliche Pfleger den einzelnen Landgerichtsbezirken als Verwaltungsbeamte über den Landrichtern oder zugleich als Landrichter vorgesetzt, so daß hier unter* Pflege (*oder* Pflegamt) *bald nur ein Verwaltungsamt, bald auch das Richteramt* (Pfleggericht, Pfleglandgericht) *verstanden wurde. In den bayr. Freiheitsbriefen S.* 104 *a.* 1458 *verspricht der Landesherr*: auch sollen .. wir mit kainem gast unsern rat, pfleg noch ambt besetzen: wo wir aber die haben, urlauben. *Rosenthal, Geschichte des Gerichtswesens und der Verwaltungsorganisation Baierns* I 322 *f.*: *Riezler, Geschichte Bayerns* II 175 *ff.*, 178 *f.*, 529; III 683 *ff.*: *Schröder, R. G.*[4] 558, 560, 572, 609.

Siehe Pflegamt. Pflegen. Pfleger. Pfleggericht. Pflegnis. Pflegweise. Landpflege. Stadtpflege. Vogtpflege.

b) *Amtsbezirk. Wie das Wort Amt, wurde auch das Wort Pflege auf den Gerichts- oder Verwaltungssprengel eines Pflegers übertragen*: keumpt der bischoff zu Berncastel oder in die pflege *Weist. v. Neumagen an der Mosel a.* 1315 *Grimm, W.* 1, 325: mit der pflege Dattenried *Urk. a.* 1366 *Basler Urkdb.* 4, 307: allen unbeslosten mannen und anderen in

diner pflege *Schreiben des Kurf. Friedrichs II. an den Stadtvogt a. 1453 Cod. dipl. Sax. Reg. 2, 12 nr. 291 S. 202*: in der pflege *ebd. a. 1468 nr. 375 S. 258*: wir manschaft der Donînschen pflege sint rechtis gefröget *Oberlaus. Arch. aus 15. Jahrh. b. Wasser. Urk. 1, 400 c. 44. auch 232 c. 77. 262 c. 125 u. ö.*: das die beyde pflege G. u. H. mit der gemarck zu Reichenbach ligen *Weist. a. 1514 Grimm W. 1, 475*: Fischbacher pflege *ebd. 1, 775 (wo hier pflegebezirk). Allgemein heißt in Bayern der Bezirk des Pflegers oder Landrichters* Pflege: in sves pflege daz geschaech *Mon. Wittelsb. 2 nr. 188 S. 6 a. 1293*: *Salzburg. Taid.* 127, 17. 113, 27 *u. ö.*; *Tirol. Weist.* 1, 42, 17. 3, 318 *u. ö.* — *Amtsbezirk eines Försters*: ieklicher förster in seiner plegen *Weist. a. 1497 Grimm. W. 2, 67.*

Siehe Pflegamt, Pflegde.

c) *Amtsdienst*: zur pfleg die nachzettlen der frembt einlogierten göst zu liefern *Steir. u. Kärnth. Taid.* 457, 35 (17. Jahrh.).

Siehe Pfleghaus.

II. *Geschuldete Leistung. Nebenform von* pflicht. *Besonders gebräuchlich für Abgaben, die auf Grundstücken lasten. Dem Ausdruck nach vorzugsweise, aber nicht ausschließlich für Abgaben öffentlichrechtlicher Herkunft. Im Sachsensp. stets in Verbindung mit* tins, *zweifelhaft, ob pleonastisch (Homeyer Reg.) oder davon verschieden (Heck Der Sachsenspiegel und die Stände der Freien 419)*: to s. Bartholomeus dage is allerhande tins unde plege verdenet *Ssp.* II 58 § 1: unde tins oder plege sal he dar av geven jenen, uppe den it gut irstirft *ebd.* III 76 § 3: plege noch tins *ebd.* § 4: tinses oder plege *ebd.* § 5: dat en man sin lant besetet ut to tinse oder to plege to besceidenen jaren *ebd.* 77 § 1: tins oder plege *ebd.* § 2. *Ebenso im Vet. u. Dsp.* I 23, 2 (*Ortloff* 55 Z. 25—28): zins odder phlege ... zinses adder phlege ... ane sotane zinse, ane aller phlege. *Offenbar zur Zeit in Rechtsb. Lehnr.* 9 § 6: so vrage de here, eft he icht penden mote van des mannes tinslüden; so vindme, deste se dat noch inne hebben van eres herren plege unde anders nicht. *Außer von*

eben Schoß: vortmer scolen wy en gelden ere redelieke schulde ... darvor scolen se ere scot oder ere plege inne beholden von jahre to jahre, bet die schult vergulden si *Meckl. Urkdb.* 6 nr. 4213 a. 1320. *Neben Bede*: mit aller bede unde plege *Meckl. Jahrb.* 27, 54. *Neben Gelt*: vortmer so hebbe wy em desse ... hoven .. lent .. myt alleme inghelde unde pleghe unde afrysinghe, de darat komen unde vallen mach *Meckl. Urkdb.* 7 nr. 4612 a. 1325: to rechter plege unde gelt *Urk. a. 1395 Cod. Brandenb.* 3, 1 S. 22. *Neben Pflicht*: vry van aller plicht unde plege *Urk. a. 1384 b. Hoba* II 7, 5. *Aber auch allein stehend für binnen in Abgabe*: bure die plege geven *Fidicin* 2, 133: schal dat gut verkopen, eft hie kan, und einen redlichen beveumann darup bringen, die syne plege geven mach *Weist. a. 1383 b. Wohlbrück Gesch. des ehemal. Bist. Lebus* I 324 *Note. In den Städten abwechselnd mit* plicht *oder* stadplicht *für die Gesamtheit der städtischen Lasten*: *der Graf v. Wernigerode befreit mit Zustimmung von Rat und Bürgern einen der Kapelle gewidmeten Hof* von scote, von wachte, von der hôde, von gravenpenningen unde von aller pleghe unde denste, des men uns unde den borgeren na wiebeldes rechte eder wonheyt daraf plichtig were, *auch Rat und Bürger geben den Hof frei* aller pleghe und denste *Urk. a. 1328 Urkdb. v. Wernigerode nr. 80*: *derselben Kapelle werden Hufen zugewandt frei von* denste unde von aller plege *Urk. a. 1330 ebd. nr. 76*: *der Erbvogt mag, wenn er Bürger ist, bürgerliche Nahrung treiben* ab er recht unde plege do von thut, also do recht is unde gewohnlich *Magdeb. Fr.* I 2, 7: was man in goczhusere eygens wil brengen mit vollbort der gemeine, das schol man also tun, das man vollmechtich hin czu der stat dez eigenz schicke, da man sich der pflege an erholen möge *Rechtsb. Dist.* II 6, 2 *Ortloff* 124: unde dattae de plege des gudes up den verkoper nicht mer vorderen *Hamb. Sa. a. 1497 gl. G 2 Lappenberg* 236: *Bezeugung, daß Jemand Bürger ist* und deyt all unser stad pleghe unde umphlege lyk unsen anderen burgern *Rostocker des 15. Jahrh. in Z. f.*

Lüb. Gesch. 1. 295: ein iglich inkommen man mag wol in witpilde erbe und eigin enpham ... also, daß er rechter phlege dovone tu *Eisenach. Rb.* 1. 80 *Ortloff* 676. *Purgolds Rb.* c. 113: *siehe auch ebd.* c. 61. 63. 112. *Auch für die städtische Reichssteuer*: dar umb er ihn versazt hat die jahrliche pflege ze Lübeck *Urk. Kaiser Ludwigs a.* 1341 *Urkbd. der Stadt Lübeck* 2 *nr.* 790 *S.* 738. *Für eine Abgabe an den Waldmeister*: wer ein sneiße zcu walde macht und do dem waltmeister gewonliche phlege darvone tue, dem sal nymant uf schadin in sine vogel gehin *Eisenach. Rb.* 3. 111 *Ortloff* 750. *E. Meyer Krit. V Schr.* 31. 167: *Schröder R. G.*[4] 450 *f.*, 610 *f.*; *Heck a. a. O.* 419 *f.*, 455 *f.*

Siehe Pflegen. Pfleghaft. Pflegegeld. Erbpflege. Unpflege. Verpflegen. Pflicht.

III. *Gewohnheit. Technisch für Gewohnheitsrecht in friesischen Rechtsquellen*: ney riochta keysers riocht ende landriocht ende ney sid ende plyga der fyf delena *Urk. a.* 1374 *Richthofen Fries. Rqu.* 560, 10: Koninges setma ende lyoda pliga ... Tanlic pliga fan langher wennichede is alsoe gued so scriven riucht ... Een godlic pliga deer ma to riucht haut .. wenheed jafta pliga .. ald pliga fan netlyker wenheed *Allg. Ges. des Westerlauwers. Fries. ebd.* 435 (*u. ö.*): claghen .. na rechte unde woenheyt und pleghe des landes *Friede der Friesen mit Hz. Wilhelm a.* 1406 *Schwartzenberg* 1. 355: *v. Richthofen, Fries. RWB.* 979; *ten Doornkaat Koolmann Ostfries. WB.* II 727.

Siehe Pflegen. Pfleglich. Gepflogenheit.

Haltaus 1481 f. — Grimm DWB. VII 1734 f. — Lexer II 251 — Möller u. Zarncke II 1 502. — Schiller u. Lübben III 341 f. — Schmeller-Fromm. I 441 — Staub-Tobler Schweiz. Id. V 1221 f.

Pflege *adj.*, *adv.* plege, plegen, plegende: *pflichtig, schuldig*: wes de antwerder daran nicht holden heft, des is he noch plege to holdende *Magdeb. Schöffenspr. a.* 1578 c. 233 *Wasserschleben, Rqu.* 76: weme der kinder winste behoren, unde wat de elderen van wegen erer affgesunderten kynder edder unaffgesunderten syn plegende, beschedet clarer de bursprake *Hamb. Stat. a.* 1497 *gl.* E 7 *Lappenberg* 218: dat ider burschop umb dat anderde jair dem gogreven plegende syn eyn mudde hauern, und ein ider kotter in dem gogerichte gesetten des jairs eyn hoen *Landgoding zu Wiedenbrügge a.* 1544 *Grimm W.* 3. 110.

Schiller u. Lübben III 344.

O. Gierke.

III.

Walraub. *ahd.* walaraupa (*Plur. von stm. oder stf.?*), *mhd.* walroup *stm.*, *ags.* wælreaf *stn.*, *an.* valrof *stn.* *Zusammengesetzt aus* wal (walu) *die im Kampf Gefallenen* (*vgl.* Walhall, Walstatt, Walvater, Walküre: *Indogerm. Forsch.* 9. 360) *und* raub *rapina*.

I *Ursprünglich wohl die Ausplünderung eines im Kampf Gefallenen, Wegnahme dessen, was er an und bei sich hat, insbesondere seines Gewandes und seiner Ausrüstung; dann allgemein die Ausplünderung eines Toten. Nach westnordischem Rechte als Missetat ein Nidingswerk*: þat er ok nidingsverc ef maðr gerer valrof *Gulaþingsl.* 166 c. 178. *Auf nordischen Einfluß beruht das ags. Fragment des Codex Roffensis* (*von c.* 910 *bis c.* 1060), *Liebermann Ges. d. Ags.* 392: walreaf is nidinges dæde. *Daraus Quadripartitus* 393: wealreaf i. e. mortuum refare est opus nidingi. *Den Begriff bestimmen Leges Henrici primi* c. 83. 4. *S.* 600: Weilref dicimus, si quis mortuum refabit armis aut vestibus aut prorsus aliquibus aut tumulatum aut tumulandum.

Übertragen auf die gewaltsame Wegnahme des Nachlasses eines Getöteten im 'Buch der Könige alter Ehe', wo von Achab, weil er der Witwe Naboths und deren Kindern den Weingarten und all ihr Gut weggenommen habe, gesagt wird: er begie den walraub an dem weibe und an chinden *Dsp.* S. 24 — *Landrechtsbuch bei v. Daniels, Rechtsdenkmäler* I p. LIII.

Umgedeutet waltraub. *Gewaltraub bei Oberlin* 1931. *So auch in dem.* valdroft *Schlyter* IX 281 *Var.* 75 *und in schwed.* waldroff *ebd.* II 53 *Var.* 9.

II *Die dem Gefallenen abgenommene Kampfbeute. So* wælreaf *Beow.* 1207:

wales rauba trophaeum *Ahd. Gll.* IV 22. 29 *u. ö. Das dem Toten abgeraubte Gut:* De vestitu utrorumque (liberi et servi), quod walaraupa dicimus, si ipse abstulerit, qui hos interfecit, dupliciter conponat *Lex Baiuv.* 19, 4: wat einer rouet edder wech nimpt van einem doden manne, idt sy kleder, wapen, sülver, goldt, geldt (effte he dat by sick hedde), dat is valroff *Niederdeutscher Text des Jydske Lov* III 24 (*Thorsen* S. 233).

Siehe Raub, Blutraub, Reraub.

Grimm, RA II 192. — Graff I 801. II 358. — Lexer III 657. — Fritzner III 487. — Hertzberg, Glossar zu NGL V 684. — Schlyter XIII 686. — S. Bugge, Runeindskr. på Rökstenen 21 f. — Steenstrup, Normannerne, Band I 258. 346. — Wilda, Strafr. 975 f. — H. Brunner, DRG II 683.

H. Brunner.

IV.

wîze *germ. ahd.* wîzi *stn., mhd.* wîze *stf., as.* wîti *stn., mnd.* wîte *stf., mnl.* wîte *stf., fries.* wîte *stn., ags.* wîte *stn.* (*sehr selten stf., aber latinisiert* wita *fem.*), *an.* vîti *stn.* (*vgl. got.* fraweitan ἐκδικεῖν, fraweit ἐκδίκησις, *Rache*): supplicium, poena, tormentum. *Wahrscheinlich verwandt mit lat.* videre (*zum Bedeutungswechsel vgl.* animadvertere *»beachten« und »strafen«*).

wîze *ist die germanische Bezeichnung der peinlichen Strafe, ursprünglich wol sacralen Ursprungs: daher literarisch besonders für göttliche Strafen* (*Vertreibung aus dem Paradies, Sündflut*), *zumal für Hölle* (*ahd.* hellawîzi, *as.* helliwîti, *ags.* hellewîte, *an.* helvîti) *und Fegefeuer* (*Schmeller* II 1029. 1059). *Seltner für weltliche Strafe*: erne vorhte nehain werltlich wîze *Kaiserchr.* 1810: *vgl. auch* III 1. *Aus der hd. Schriftsprache ist* wîze *seit dem* 16. *Jhdt. verschwunden, lebt aber in einigen hd. Mundarten fort und ist in der Bedeutung »Strafe«* (III 1) *nisl., in dem abgeschwächten Sinne »Tadel«* (III 4) *nnd., ne.., nschwed.*

I. *Peinliches Verfahren, besonders auf hd. Gebiet: dabei tritt*

1. *die Bedeutung Strafvollzug und Strafinstrument in den Vordergrund. Ahd.*: leittun sie scachara zuene zi themo wîze (*zur Kreuzigung*) *Otfr.* IV 27, 4: er (*Christus*) thulta thaz wîzi *ebd.* II 9, 79: (*die Priester*) scultun nan in flîze in themo selben wîze (*fast = an dem Kreuz*) *ebd.* IV 30, 20: der werde mit wîze anabraht, daz er sin verlougene (puniatur, donec se neget esse Christianum) *Notk. Ps.* 90, 6. *So noch in der spätern oberdeutschen Rechtssprache*: swer einen man rüeget, er si ein ketzer .... mac er den des niht überziugen als reht ist, er muoz di wîze lîden, di dirre selber solte han erliten *Schwabensp. Wack.* 258, 29.

2. *Folter* (*synonym mit* marter), *Folterinstrument. Ags.* wita cyn catastarum (= equuleus, carcer ferreus et strictus aculeis repletus) *Wright-Wülker Voc.* 372, 31. 509, 19. *Ahd.* wîzi tormentum, extensio *Graff* I 1118: eculeus suntrie wîzi *Gll.* II 260, 32: tortiones wîziu *Gll.* I 623, 11. *Mhd.* der künic hiez duo mit flîze gerihten maniger slahte wîze (*Folterwerkzeuge*), also man in marteren wolte *Kaiserchr.* 4995: von diu ist vil pillich, daz im (*Christo*) sine holden mit marter nach volgen, mit wîze und mit getwange *ebd.* 10877: ob die zwen also biderbe liute sint, daz man in gelouben sol, so sol man in die wîze (*Folter*) an legen, und sint si niht geloubhafte liute, so sol man in neheine wîze an legen *Schwabensp. Wack.* 337, 7. 8: der künic hiez manic wîze anlegen, er kunde in (*den christlichen Herzog*) nie von gote bringen: do hiez er ime daz houbet abslahen *Buch der Könige alter Ê* CXLVII 43.

Siehe wîzegen, wîzegære, wîzenære.

II. *Fiskalische Geldstrafe*:

1. *So namentlich im Ags., wo* wîte *das dem Gerichtsherrn zustehende Strafgeld, die Brüche,* forisfactura, *bedeutet im Gegensatz zu* wer, bôt (*siehe* Buße) *und* healsfang (*siehe* Halsfang), *auch zu dem verwandten, aber nicht identischen anglodän.* lahslit, *dem Fredus im engeren Sinne*: gif hine mon on þam fierste geyflige (*wenn man den ins Klosterasyl Geflüchteten in der ihm gewährten Frist schädigt*) mid slege oððe mid bende oððe þurh wunde, bete þara æghwelc mid ryhte þeodscipe, ge mid were ge mid wîte, and þam hiwum (*dem Klosterkonvent*) hundtwelftig scill. ciriefri-

des to bote *Älfr.* 2. 1 S. 48: gif preost to rihtandagan crisman ne fecce (*wenn ein Priester das Chrisma zum rechten Termin nicht holt*) .... gylde wite mid Englum and mid Denum lahslit. þat is tweif oran *Eadw.* 3. 2 S. 130 (*ähnl. ebd.* 6. 6, 1. 7 *u.* 8.): gif hwa Cristendom wyrde (*das Christentum verletzt*) .... gylde swa wer swa wite swa lahslitte, be þam þe syo dæde sy *ebd.* 2 S. 130: gif hwa siblegere (*Blutschande*) gewyrce, gebete þat be sibbe mæde (*nach dem Grade der Verwandtschaft*), swa be were swa be wite swa be ealre æhte *Cnut* II 51 S. 346: gif for godbotan feohbot arised (*wenn für Kirchenbußen Geldstrafe einkommt*), ... þat gebyred rihtlice ... to godcundan neodan (*so soll sie für geistliche Bedürfnisse verwendet werden*), hwilum be wite, hwilum be wergylde, hwilum be halsfange, hwilum be lahslite, hwilum be are, hwilum be æhte *Äthelr* 51 S. 258: were vel wite vel lahslite *vgl. Leges Henr. primi* 34. 1 c S. 565: *besonders oft die Verbindung* swa wer swa wite *u. ä. Älfr.* 7. 1 S. 54. 19 S. 60. 29 S. 64. *Leges Henr. primi* 27. 1 S. 562. *Das* wite *umfaßt auch die vom Verklagten an den* hlaford *zu zahlende* wer *Cnut* II 30. 3 b S. 332 (*vgl. Ine* 76. 2 S. 123 *und* Mannbuße). *Für unbeabsichtigte Verletzung zahlt man* wer butan wite *Älfr.* 36 S. 68. *Das* wite *beträgt ursprünglich 30 Schillinge: Ine* 2, 3 S. 90. 6 S. 92. *Älfr.* 12 S. 56. 38. 2 S. 78 (= 12 *Ör North.* 56 S. 383): 36 *Schillinge Ine* 25. 1 S. 100: 6 *Ör North.* 10 S. 380. *Steigerungen*: 60 *Schillinge*: gif hwa on ealdormonnes huse gefeohte odde on odres gethungenes witan (= sagibaronis), LX scill. gebete he and oder LX geselle to wite *Ine* 6. 2 S. 92: *namentlich seit Älfred*: 9. 1 S. 55. 25 S. 64 (*vgl.* fulwite). 120 *Schillinge*: *Ine* 6. 3 S. 92. *Älfr.* 9. 1 S. 55. 37. 1 S. 70. *Äthelst.* 1, 5 S. 150: *diese Summe heißt* cyninges wite *Äthelr.* 5. 1 S. 264. *Cnut* I 3. 2 S. 283. *Dies* wite *fällt zu dem König* odde þam þe his wites wurde sig (qui habet sace et socne) *Cnut* II 30. 6 S. 334 (*dem* hlâford 30. 3 b S. 332. *Duns* 6. 3 S. 379): agife man þät wite þam þe hit age *Cnut* II 24. 1 S. 326. *Das halbe* wite *erhält der Angeber*: *Wihtr.* 11 S. 13.

Siehe ferner blôdwite, fihtwite, fulwite, fyrdwite, hengwite, legerwite, weardwite, weoroldwite, wundwite.

In ähnlichem Sinne, aber viel seltener steht an. viti *neben* fridkaup (*Eriks Sällandske Lov* 124): *siehe* blôdwite. *Vgl. auch burgund.* wittiscalcus.

2. *Unbestimmter fries.* = *Kirchenstrafe*: nene lioda uter wita to letane, eer die klagher sin moet hat *Fries. Rechtsq.* 460 b, 29 (*Leeuw. Sendrecht*): iefter een minscha in der dekkens wita storwe, nen mara breke to nimane, so hi britzen hat bi sin liwe *ebd.* 460 b, 32.

3. *Insbesondere Strafgeld für Unterlassung. So fries.*: ik monie io ... dat y dae wird sidze, hwae dat wanwirck wirtsa schel ieffa dae wita beta (*Strafe für schlechte Wegereparatur*) *Fries. Rechtsq.* 415 *a*, 30. *Dieser Sinn ist aber namentlich entwickelt im Altnordischen. So zahlt nach Grag.* 147 *derjenige* VI marka viti, *der bei einer Ehe in verbotenem Grade die gesetzlich vorgeschriebene Zahlung versäumt hat. Ebenso wird das* viti *fällig, wenn der Reinigungseid unterbleibt oder mißlingt*: ef þeim fellr sa eidr. þa fellr til XV marca vitis hvarom þeirra *Gulath.* I 73 c. 214. 68 c. 187. *Zumal trifft das* viti *diejenigen, die das Ding versäumen* (þingviti *Gulath.* I 56 c. 131), *die die Einladung durch das Kreuz nicht befördern und befolgen* (krossviti *Gulath.* I 11 c. 19: *Frostath.* I 225 c. 33: *Eidsivath.* I 378. 1 c. 11), *die Kriegs- und Wachdienst vernachlässigen, nicht die pflichtigen Mannschaften stellen* (leidangrsviti *Gulat.* I 98 c. 298. leidarviti: vâpnaviti *Bylov* II 207 c. 13: vardviti *Landslov* II 36 c. 4), *die den schuldigen Tribut nicht entrichten* (*Westmannal.* V 180: *vgl. Schlyter* III 97), *die ihre Zäune nicht vorschriftsmäßig erhalten* (gardaviti *Westgötal.* I 214: *Skånel.* IX 170). *Die Höhe des* viti *schwankt bedeutend, je nach der Veranlassung zwischen* 1 *Ör* (*der kleinsten Dingstrafe Landslov* II 140 c. 56: 6 *Ör ist* þingvitit micla *Gulath.* I 63 c. 161) *und* 15 *Mark. Das* viti *wird in gemessenem, nicht gewogenem Silber entrichtet* (þau þingviti ero öll

silfrmetin *Frost.* I 200 (c. 8) *und kann eher erlassen oder herabgesetzt werden als das* friðkaup.

4. *Mnd. Strafgeld für Versäumnis oder Verspätung in Versammlungen*: wirt de stevene gekundiget bi der hogesten wite. we de vorsumet. de betere X kunen *Livländ. Urkundenb. Nr.* 2736. 5 (*Skra von Nowgorod. um* 1250): we des uthe blivet. brickt II zwaren. id en sy dat men vorbadet sy by duppelder wite *Brem. Wörterb.* V 279 (1406).

5. *Aus dieser mnd. Bedeutung entwickelt sich der Nebensinn: Präsenzgeld. Versammlung. bei der Präsenzgeld gezahlt wird*: wanner de borghermester. dem de wite bord to leggende. ene withe mit sinen heren .. vorramet unde lecht. .. so schal de withehere enen isliken personen. de .. up dem radhuse is. alze men de clocken lud .... gheven enen witten *Bremer Stadtb.* (*Oelrichs*) S. 11 (1424).

Siehe wizeherre. wizebühse. wizegelt.

6. *Auch Strafgelder einer Gilde oder sonstigen Genossenschaft heißen so. namentlich an.*: vitum ollum gegna gester iamwell sem gildbrœþr *Skraa der Olafsgilde c.* 24 (*NGL* V 9: *vgl.* 10 c. 42. 43): *vgl. auch* III 2. — *Über* wite *der Bremer Kramergilde siehe* wizeherre.

7. *Über ags.* wite = *Beköstigungsbeitrag für den König Cnut* II 69. 2 S. 356. *siehe* feormfultum.

III. *Abgeschwächte und verallgemeinerte Bedeutungen*:

1. *Ags. allgemein* = *Strafe*: for þære mildheortnesse he (*der gerechte und barmherzige Richter*) gemetegad (*ermäßigt*) þære scylde wite *Judex* 1 S. 474: *so besonders in den Phrasen* buton wite (inculpabiles) *Eadg.* 8. 1 S. 210 *und* be þam witam *Eadw.* 5. 1 S. 130.

So auch an. in taka viti. skapa viti *u. ä. Noch allgemeiner an.* = *Schaden*: gott es annars viti hafa at varnaði *Sólarl.* 19: *vgl. Havam.* 6. 6.

2. *In altwestnord. Prosa nimmt* viti (*ausgehend von* II 6) *die technische Bedeutung Bierstrafe. Commentstrafe an. Nach Morkinskinna* S. 47 *werden zu Weihnachten am Hofgefolge des norweg. Königs* (c. 1050) viti upp sagt. *und die Straffälligen mußten die Strafrationen trinken* (skyldu drekka vitin): *ja* viti *bekommt den konkreten Sinn des Strafhornes* (vitishorn). — bordaviti *heißen Flateyjarb.* I 507 *die Strafen einer Tischgesellschaft.*

3. *Mnd. erhält* wite. *namentlich in den Verbindungen* âne. sunder wite wesen. *den allgemeinen Sinn: Schädigung, Belästigung, Anklage*: se und al de ore schullen des ane wite bliven und ane schaden und in neine nod komen umme dat veelite *Sudendorf* II Nr. 11 (1342): umme der teyn mark utghift ... ienghe wit eder ansprake liden *ebd.* II Nr. 179 (1346): we darto (*bei einem Zwist*) lope alse ein scheideman .... de scolde des wol geneiten. also dat he des ane wite unde anededinge bliven scolde unde neine nod darumme liden *Urkundenb. d. Stadt Halberstadt* I 575 (1370—1400): eft se eder ok jemend van orer wegen darumme de wisen man .. to Honovere iehtes to schuldegende eder in jeniger wite dar vmme hedden *Sudendorf* VIII Nr. 92 (1396): de wolde darumme ein wandel don. utgesproken unse borghere unde borgherschen to Brunswik scholden darmede unbelestet unde ane wite bliven *Städtechron.* XVI 75 (1414): so en wolde wy unsen borgermester dar umme in neyner wyte hebben *Hannöv. Stadtrecht* (*Grote*) S. 426: *noch heute*: gen wit fon hebben *Doornk.-Koolm.* III 365.

Siehe nâchwize.

4. *Noch schwächer: Tadel. Mnd.* se wolden ere wit (*Var.* vorwit) nicht lenger liden *Chron. d. nordelb. Sassen* 103. *Ebenso friesisch*: so seyt dat riucht: den schada. deer een meunscha to compt bij syner ayner schyeld. deer mey hij een orem neen wita om jaen *Jurisprud. Fris.* II 216.

Siehe wizen. Verweis. verweisen. itewiz. *an.* âviti.

Grimm RA II^{4} 225. 255. — Wilda, Strafrecht I 449 ff. — His, Strafrecht der Friesen 172. — Liebermanns Wörterbuch zu den Gesetzen der Angelsachsen. — Hertzberg, Glossar zu NGL V 722.

G. Roethe.

Anl. III.

Bericht von Prof. Dr. A. Voeltzkow über seine in den Jahren 1903—1905 ausgeführte Forschungsreise im westlichen Indischen Ocean.

Beobachtungen während der mehrfachen Inselfahrten meiner ersten, fast siebenjährigen Reise im westlichen Indischen Ocean, besonders während eines längern Besuches der Aldabra-Insel zur Erlangung der nur dort noch in Freiheit lebenden Riesen-Landschildkröten, hatten in mir Zweifel erweckt an der allgemein gültigen Annahme der Entstehung, überhaupt an einem in neuerer Zeit noch stattfindenden Aufbau derartig nur wenig über die Oberfläche des Meeres hervorragender flachen Inseln durch die Thätigkeit von Korallen allein oder doch als Hauptbildner.

Untersuchungen der Gesteinsproben ergaben nach meiner Rückkehr, wie in meiner Arbeit über den Aufbau und die Entstehung der Aldabra-Insel näher ausgeführt ist, für diese Insel eine Zusammensetzung des Riffkalks aus den Resten kleinster Lebewesen, so dass hier also die Bildung einer mächtigen Bank vorliegt ohne Beteiligung der Thätigkeit der Korallen.

Erst wenn derartige Bänke durch Niveauveränderungen nahe zur Oberfläche des Meeres gelangen, oder wenn derartige, durch Rückzug des Meeres trocken gelegte Bänke durch die Gewalt der Gezeiten bis unter die mittlere Grenze der Flut-Ebbezone abrasirt worden sind, erfahren sie eine Besiedlung mit Korallen, so dass wir also als Grundstock stets eine alte massive Kalkbank, gleichviel welchen Ursprungs und von welcher Zusammensetzung vorfinden, und ihr secundär aufgesetzt eine Rinde lebender Korallen wechselnder Dicke, die aber ein Meter selten übersteigt, also zwei Gebilde, die sowohl in Bezug auf Zusammensetzung wie auf zeitliche Entstehung völlig von einander verschieden sind.

Die äussere Ähnlichkeit des Aldabra-Riffs mit den von mir früher besuchten Riffen an der Witu-Küste, auf Sansibar und Madagaskar, von denen ich leider versäumt hatte Handstücke zu entnehmen, da ich sie zu jener Zeit für umgewandelten Korallenkalk hielt, führte mich zu der Vermuthung, dass wir es vielleicht im ganzen Bereich des westlichen Indischen Oceans im wesentlichen mit einer einheitlichen Bildung grosser Bänke homogenen Kalks durch die Thätigkeit mikroskopischer Organismen zu thun haben könnten, und dass erst durch eine spätere Überrindung jener Bänke durch Korallen u. s. w. während des Emporsteigens nunmehr Korallenriffe vorgetäuscht werden.

Im Fall einer Bestätigung dieser Vermuthung einer einheitlichen Bildung für diess weite Gebiet von fast zwanzig Breitengraden musste

unsere Anschauung über die Entstehung der Riffe jener Gegenden eine Modification erfahren, denn wir würden dann oft zur Erklärung der vorliegenden Riffe nicht wie bisher eine Senkung anzunehmen haben, sondern geradezu gezwungen sein, eine Hebung der Bank bis in den Bereich der riffbildenden Korallen anzunehmen.

Ich hielt daher die Feststellung einer eventuellen weiteren Verbreitung jener Riffformation, wie ich sie auf Aldabra gefunden hatte, für wichtig genug, um sie als Hauptzweck einer zweiten Reise nach Ostafrica in Erwägung zu ziehen, und diess führte mich fernerhin zur Aufstellung eines Planes für eine Prüfung dieser Verhältnisse in einem grössern Gebiete, zu dessen Durchführung mir auf Antrag der HH. Möbius, v. Richthofen, F. E. Schulze und Waldeyer vom Curatorium der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften die Mittel bewilligt wurden.

Wenngleich in erster Linie eine möglichst eingehende Untersuchung der die Küsten und Inseln umsäumenden Riffe vorgenommen werden musste, hatte ich doch mir vorbehalten, um die mir gegebene Zeit voll auszunutzen und meine Thätigkeit für die Wissenschaft recht erspriesslich zu gestalten, die Erforschung der zu besuchenden Inseln selbst in naturwissenschaftlicher Hinsicht nicht zu vernachlässigen, also sowohl zoologisch wie botanisch möglichst eingehend zu sammeln, um für später Grundlagen zu gewinnen für vergleichende Untersuchungen über die geographische Verbreitung und Wanderungen der Thiere und Pflanzen oceanischer Inseln, ferner als Beweisstücke für die Entstehungsgeschichte der Inseln Gesteinsproben, soweit solche auffindbar, zu entnehmen, und besonders ihre Zersetzungsproducte in's Auge zu fassen, um auf diese Weise Aufklärung zu erhalten, ob die auf weit von der Küste entfernten Punkten auftretenden Laterite und rothen Erden gebildet seien durch Umwandlung anstehender Gesteine, oder dahergetragen durch den Wind, oder herbeigeführt durch Fluthen und Überdeckung von Schlammmassen zur Zeit eines ehemaligen Zusammenhanges der Inseln mit dem Festland.

Ein Hauptaugenmerk sollte ferner darauf gerichtet sein, diese verschiedenen Typen der Riffe, Strandterrassen, überhängende Ufer u. s. w. durch gute Photographien zu belegen, und ich wendete daher der Ausrüstung hierfür grosse Sorgfalt zu.

Die Reise konnte im Verlauf von etwas mehr als zwei Jahren vollständig gemäss dem aufgestellten Plan durchgeführt werden.

Ich verliess im Januar 1903 Europa, besuchte zuerst die Witu-Inseln Lamu, Manda und Patta, gieng von dort aus über Sansibar nach Mafia und später nach der gesundheitlich so verrufenen Nachbarinsel Sansibars, Pemba. Fast zwei Monate widmete ich dieser in

Folge ihres schlechten Klimas naturwissenschaftlich fast unbekannt gebliebenen Insel und verwendete gerade deshalb besondere Sorgfalt auf die Anlegung möglichst eingehender und umfangreicher Sammlungen; denn da die Insel anscheinend niemals mit dem Festland in Verbindung gestanden hat, versprach sie, was sich auch schon jetzt bei flüchtiger Durchsicht der Sammlungen ergeben hat, eine reiche Fülle endemischer Formen zu beherbergen.

Mein nächstes Reiseziel war der Archipel der Comoren, dem ich mehr als vier Monate widmen konnte. Da diesen Inseln, mit Ausnahme von Mayotte, ausgedehnte Riffe fehlen, so verlegte ich nach Abschluss der Meeresuntersuchung meine Hauptthätigkeit nach der Hauptinsel der Gruppe, Gross-Comoro, die durch ihren 2500^{m} hohen Vulcan mir die Möglichkeit gewährte, auf einer oceanischen Insel die verticale Verbreitung der Flora und Fauna zu studiren.

Nach einer Anzahl längerer Touren, die alle Theile der Insel berührten, errichtete ich daher in den verschiedenen Höhenzonen Standquartiere, unter besonderer Berücksichtigung des Urwaldgebietes, um schliesslich mein Arbeitsgebiet für 14 Tage an den obern Rand des Urwaldgürtels zu verlegen, in einer Höhe von etwa 1800^{m}, an den Abhang des grossen Vulcans. Von hier aus unternahm ich dann meine Excursionen in die höheren Regionen und mehrfach auch zum Gipfel des Kraters mit seinem Riesenkessel. Sorgfältige Photographien, auch der Auswurfsöffnung, geben späteren Besuchern die Möglichkeit, da ein paar Wochen nach meiner Abreise eine erneute heftige Eruption einsetzte, die durch diese hervorgerufenen Umänderungen zu studiren.

Das nächste Forschungsgebiet bildete nach meinem Reiseplan Madagaskar mit den Riffen seiner Westküste. Da der nördliche Theil der Westküste mir von meiner ersten Reise wohlbekannt war, setzte meine Thätigkeit im äussersten Südwesten ein, und ich besuchte von dort aus auch das weltentlegene kleine Eiland Europa in der Mitte des Kanals von Mozambique, das noch nie von einem Naturforscher betreten wurde. Die Zutraulichkeit der dortigen Thierwelt ermöglichte es, interessante Aufnahmen lebender Thiere zu erhalten, brütende Vögel, Schildkröten beim Eierlegen, auf dem Wege zum Nest u. a. m. auf der Platte festzuhalten. Um die Riffe der Ostküste zu erreichen, benutzte ich nicht den Seeweg, sondern durchzog in mehr als halbjähriger Wanderung die grosse Insel von SW. nach NO. fast in ihrer ganzen Länge. Ich hatte absichtlich diese Route mir festgelegt, um in erster Linie den sterilen Süden, das Land der Mahafaly und Antandroy kennen zu lernen, und gerade in diesen nur selten begangenen Gebieten war es meine Hauptaufgabe, die seltsame Flora dieses weiten wasserarmen Kalksteinplateaus im Bilde zu fixiren.

Schon von Majunga aus hatte ich den Kinkoni-See in NW.-Madagaskar, den ich während meiner ersten Reise dreimal vergeblich zu erreichen versucht hatte, aufgesucht, und von Tulear aus nach meiner Rückkehr von der Insel Europa den grossen im Mahafaly-Lande gelegenen Salzsee Tsimanampetso, und fand nun durch meine Überlandreise Gelegenheit, auch den Itasy-See auf dem Hochplateau von Imerina und den Alaotra-See im NO. mit dem Oberflächennetz auf ihre feinsten Lebewesen zu untersuchen.

Nach längerer Station im Urwalde des Ostabhanges stieg ich zur Küste hinab, verwendete $1\frac{1}{2}$ Monate zum Besuch der Insel Ste. Marie und ihrer Riffe und wandte mich dann, nachdem mich mein fernerer Weg bis zur Antongil-Bai geführt hatte, südwärts nach Tamatave, dem Haupthafen der Ostküste, von wo aus ich meine Weiterreise nach Osten in die Wege leiten wollte.

Ich benutzte meinen Aufenthalt zur eingehenden Untersuchung der langgedehnten Lagunen der Ostküste und erhielt interessante Aufschlüsse über ihre Bildung als Reste einstiger Strandkanäle gehobener Riffe. Dabei nahm ich auch Gelegenheit zur Anlegung reicher Sammlungen der Flora und Fauna des dem steilen Ostabhang vorgelagerten Küstenstreifens.

Auf das Studium der Riffe der Insel Mauritius verwendete ich einen vollen Monat und wandte mich dann ostwärts nach Ceylon.

Hier war meine Thätigkeit der Durchforschung der Nordspitze mit der Halbinsel Jaffna gewidmet, deren flache Ebenen allerorts alten Meeresboden erkennen lassen, ferner der Untersuchung des Aufbaues der eigenartigen Landverbindung Ceylons mit Indien, der Adams-Brücke und angelagerten Insel Ramesvaram, und gern benutzte ich dann noch eine Gelegenheit zu einem mehrwöchigen Besuch der gerade eröffneten grossartigen Perlfischerei und der altberühmten Perlbänke, ehe ich nach $2\frac{1}{4}$jährigem Wanderleben den Weg zur Heimat einschlug.

Das Ergebniss der geleisteten Arbeit lässt sich naturgemäss erst nach Jahren vollständig übersehen, da die wissenschaftliche Bearbeitung der Sammlungen eben erst begonnen hat. Mehr als fünfzig Fachgelehrte sind an der Arbeit, aus den mitgebrachten Sammlungen die Resultate zu ziehen, und eine Anzahl weiterer Specialisten ist im Begriff, die besonders umfangreichen embryologisch-anatomischen Präparate der Wissenschaft nutzbar zu verwerthen. Über die Herausgabe eines selbständigen, vorläufig auf fünf starke Bände veranschlagten Werks, in dem die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise gesammelt werden sollen, schweben z. Zt. die Verhandlungen.

Einige Ergebnisse von allgemeinem Interesse lassen sich schon jetzt angeben.

Die dem Reiseplan zu Grunde liegende Vorstellung von dem Aufbau der Inseln des westlichen Indischen Oceans, mit der ich die Reise antrat, hat volle Bestätigung erhalten, indem es nirgends gelungen ist, ein sich aus sich selbst in grösserer Stärke aufbauendes lebendes Korallenriff zu finden. Es erwiesen sich vielmehr die untersuchten Riffe ohne Ausnahme als Bestandtheile mächtiger massiver Kalkbänke wechselnder Zusammensetzung, die durch eine Niveauverschiebung, hervorgerufen durch einen über den ganzen westlichen Indischen Ocean gleichmässig ausgedehnten Rückzug des Meeres von geringem Betrage, trocken gelegt und durch die Gewalt der Wogen im Lauf der Zeiten bis zur mittleren Flut-Ebbezone abrasirt worden sind. Die auf diesen Riffen aus dem Meer hervorragenden Inselchen liessen sich in allen Fällen als letzte Reste des der Zerstörung anheimgefallenen Mutterriffs nachweisen und bilden mit ihrer Unterlage ein einheitliches Ganzes von gleicher Zusammensetzung wie diese.

Die an manchen Stellen sich vorfindenden Korallengärten, die ein Korallenriff vortäuschen, zeigten sich bei Prüfung ihres Untergrundes als secundäre Gebilde, ohne jede nähere Beziehung zu dem Sockel, dem sie aufsitzen.

Ferner ist auf allen besuchten Inseln des westlichen Indischen Oceans auch nicht ein einziges Mal ein Fall zur Beobachtung gelangt, in welchem die Bildung einer Insel auf einem wachsenden Riff in Betracht gekommen wäre. Stets fanden sich die Inseln, nicht wie bisher angenommen, aufgebaut durch Anhäufung von Bruchstücken und abgerollten und versinterten Bestandtheilen eines lebenden Riffs, sondern in allen Fällen als letzte Reste eines trockengelegten und abgestorbenen und später abrasirten einst viel grössern Riffs, emporstrebend aus der Strandterrasse, ein einheitliches Ganzes mit ihr bildend und am Fusse allmählich in dieselbe übergehend, kleinere isolirte Felsen häufig nur bisher erhalten geblieben in Folge dichterer Zusammensetzung und grösserer Stärke, aber auch sie unweigerlich einst der Zerstörung und dem Zerfall anheimgegeben.

Dieser oben erwähnte Rückzug des Meeres muss geologisch vor sehr kurzer Zeit stattgefunden haben, vielleicht noch in historischer Zeit, wie sich aus dem Erhaltungszustand der Korallen und sonstigen kalkbildenden Bewohner dieser trockengelegten Riffe erkennen lässt. Gerade auf das Sammeln dieser recent aussehenden Reste wurde besondere Sorgfalt verwendet, und es steht zu hoffen, dass es gelingen wird, durch Vergleich derselben mit den gleichfalls gesammelten lebenden Bewohnern des umgebenden Meeres einen Anhalt zu gewinnen für den Zeitpunkt dieser zwar nicht in Bezug auf die Höhe, wohl aber auf Ausdehnung gewaltigen Niveauverschiebung.

Durch diesen Rückzug des Meeres findet auch die sich längs der Ostküste Madagaskars über etwa 500 km hin erstreckende Lagunenkette, deren Entstehung man bisher durch den Kampf der Flüsse gegen die Brandung des Meeres und dadurch bewirkte Ablagerung der Sedimente in Gestalt langgestreckter Barren zu deuten versuchte, eine einfache Erklärung.

Es wurden nämlich bei der soeben erwähnten Niveauveränderung die der Küste vorgelagerten Riffe trockengelegt, erfuhren eine Überlagerung durch Sandwehen und sind in dem Meer und Lagune trennenden Landgürtel erhalten geblieben, während die Lagunen selbst nichts weiter darstellen als den Strandkanal des ehemaligen Küstenriffs.

Auch auf Ceylon liess sich für die dortigen Lagunen die gleiche Art der Entstehung nachweisen.

Wenn, trotz gleicher Entstehungsweise durch einen Rückzug des Meeres, die Riffe und Inseln in ihren Küstenpartieen häufig ein wechselndes Äusseres besitzen, so ist diess zurückzuführen auf die Verschiedenheit der Gezeiten, weil durch diese die Höhe der Steilküste bedingt wird.

Bei einem Gezeiten-Unterschied von nur einem Meter, wie auf Mauritius, muss sich natürlich eine andere Form der Steilküste herausbilden als bei einem solchen von 5—6 Meter wie im nordwestlichen Theil des Indischen Oceans. Während in ersterm Falle die Ausarbeitung der Steilküste nur eine unbedeutende sein kann, wird im zweiten Falle die Strandterrasse tiefer abrasirt, die Hohlkehle der Steilwand erreicht 3—4 Meter, kurz, die beiden, durch gleiche Ursachen erzeugten Steilküsten werden ein wesentlich von einander verschiedenes Bild darbieten. Es ist diess ein Punkt, der in Zukunft mehr als bisher geschehen in Betracht zu ziehen ist.

Akademische Jubiläums-Stiftung der Stadt Berlin.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. Waldeyer.

Die Verhandlungen über das in Aussicht genommene Unternehmen konnten bisher noch nicht zu Ende geführt werden: es ist zu erwarten, dass dieselben in den nächsten Wochen ihre Erledigung finden.

Die Jahresberichte über die Monumenta Germaniae historica, das Kaiserliche Archaeologische Institut und den Thesaurus linguae latinae werden in den Sitzungsberichten veröffentlicht werden, nachdem die betreffenden Jahressitzungen stattgefunden haben.

Schliesslich berichtete der Vorsitzende über die seit dem Friedrichs-Tage 1905 (26. Januar) bis heute unter den Mitgliedern der Akademie eingetretenen Personalveränderungen:

Die Akademie verlor durch den Tod das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Ferdinand Frhrn. von Richthofen: das auswärtige Mitglied derselben Classe Albert von Koelliker in Würzburg: die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Ernst Abbe in Jena, Otto von Struve in Karlsruhe (Baden), Walther Flemming in Kiel und Sir John Burdon-Sanderson in Oxford: die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Richard Heinzel in Wien, Adolf Mussafia in Wien, Kurt Wachsmuth in Leipzig, Heinrich Denifle in Rom, Julius Oppert in Paris, Hermann Usener in Bonn und Friedrich von Spiegel in München.

In Folge seiner Übersiedelung nach Marburg ist das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Friedrich Kohlrausch in die Reihe der Ehrenmitglieder übergetreten.

Neu gewählt wurden zu ordentlichen Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe Walther Nernst und Paul Drude: zum auswärtigen Mitglied derselben Classe Adolf von Baeyer in München, bisher correspondirendes Mitglied: zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe Hendrik Antoon Lorentz in Leiden, Henry Le Chatelier in Paris, Heinrich Bruns in Leipzig, Edward Charles Pickering in Cambridge, Mass. und Hugo von Seeliger in München: zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe Benedictus Niese in Marburg, Ludwig Mitteis in Leipzig und Wilhelm Meyer-Lübke in Wien.

Ausgegeben am 1. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Schmidt las über »Die Poesie der Naturvölker«.

Er leitete von den Ursprüngen taktmässigen Chorgeschreis und mimischer Allkunst Einzelgattungen der primitiven Lyrik ab, mit Ausblicken auf Drama und Epos.

2. Hr. Mertens, correspondirendes Mitglied, übersandte eine Mittheilung: Über die Gestalt der Wurzeln einer Classe auflösbarer Gleichungen, deren Grad eine Primzahlpotenz ist.

Der Verfasser bestimmt die Gestalt der Wurzeln einer algebraischen Gleichung, die eine in einem Galois'schen Felde metacyklische Gruppe besitzt.

3. Hr. Harnack legte eine Abhandlung des Frhrn. von der Goltz vor: Unbekannte Fragmente altchristlicher Gemeindeordnungen.

In dieser Abhandlung wird auf Grund einer jüngst veröffentlichten äthiopischen Kirchenordnung und anderer Quellen gezeigt, dass die zahlreichen orientalischen Kirchen-Constitutionen wirklich an der Kirchenordnung des Römers Hippolyt eine ihrer Hauptwurzeln haben und dass Theile dieser Schrift noch nachgewiesen werden können. Auch andere altchristliche liturgische Stücke werden aus späteren Quellen ausgeschieden.

4. Hr. Conze berichtete über die Ausgrabungen des Kaiserlichen Archäologischen Instituts im Spätherbst vorigen Jahres in Pergamon. Der eingehendere Bericht der HH. Dörpfeld, Hepding und anderer Mitarbeiter wird in den athenischen Mittheilungen des Instituts erscheinen.

5. Von Druckschriften wurden vorgelegt zwei weitere Bände der »Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung«: P. Schiemenz, Die Pteropoden und A. Borgert, Atlanticellidae. Kiel und Leipzig 1905. 06; ferner H. Bruns, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre. Leipzig und Berlin 1906.

Für die am 2. Juli 1903 ausgeschriebene Preisaufgabe aus dem von Hrn. von Miloszewski gestifteten Legat über die Entwickelungsgeschichte des Hegel'schen Systems (Sitzungsber. 1903 S. 720f.), deren Frist am 31. December 1905 abgelaufen ist, wird eine Verlängerung der Frist bis zum 31. December 1906 unter denselben Bedingungen angeordnet.

Über die Gestalt der Wurzeln einer Klasse auflösbarer Gleichungen, deren Grad eine Primzahlpotenz ist.

Von F. Mertens.

1.

Es sei p eine gegebene Primzahl, $n > 1$. P eine nach dem Modul p irreductibele ganze ganzzahlige Function n^{ten} Grades der Unbestimmten x und Ω der Inbegriff aller ganzen ganzzahligen Functionen

$$\xi = \xi_0 + \xi_1 x + \ldots + \xi_{n-1} x^{n-1}$$

von x von nicht höherem als dem $n-1^{\text{ten}}$ Grade, deren Coefficienten der Zahlenreihe $0, 1, \ldots p-1$ angehören. Jede ganze ganzzahlige Function ω von x ist nach dem Doppelmodul P, p einer Function ξ aus Ω congruent und es soll unter $[\omega]_k$ der Coefficient von X^k in ξ verstanden werden. Nach dem Vorgange von Galois kann man sich zur Bezeichnung von p^n Grössen $x_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}\ldots\mathfrak{e}}$, deren n Stellenzeiger Zahlen der Reihe $0, 1, \ldots p-1$ sind, bequem ganzer ganzzahliger Functionen von x bedienen, indem man unter x_ω die Grösse $x_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}\ldots\mathfrak{e}}$ mit den Stellenzeigern

$$[\omega]_0, [\omega]_1, \ldots [\omega]_{n-1}$$

versteht.

Es sei t ein gegebener Theiler der Zahl $p^n - 1$ und a eine zu dem Exponenten t nach dem Module $P . p$ gehörende Function. Sind λ, μ ganze ganzzahlige Functionen von x und bedeutet $(\xi, \lambda + \mu\xi)$ die Forderung, dass x_ξ durch $x_{\lambda+\mu\xi}$ zu ersetzen ist, so ergiebt dieselbe eine Permutation der Grössen x_ξ, wenn μ nicht durch das Modulpaar P, p theilbar ist. Es sei

$$(\xi, a\xi) = q$$

und Γ die Gruppe der tp^n Permutationen

$$(\xi, \xi + \lambda) q^h,$$

welche allen Functionen λ von Ω und den Werthen $0. 1, \ldots t-1$ von h entsprechen.

Es ist nicht ohne Interesse, die Gestalt der Wurzeln x_{ξ} einer Gleichung vom Grade p^n mit nicht verschwindender Discriminante zu suchen, deren Coefficienten einem gegebenen Rationalitätsbereich $\mathfrak{R}$ angehören und welche die Eigenschaft hat, dass alle rationalen Functionen ϕ ihrer Wurzeln, welche die Permutationen der Gruppe Γ vertragen, rational bestimmbar sind.

2.

Es seien $x_1, x_2, \ldots x_n$ Unbestimmte und ω eine ganze ganzzahlige Function von x. Unter x_1^ω soll das Potenzproduct

$$x_1^{[\omega]_0}\, x_2^{[\omega]_1} \ldots x_n^{[\omega]_{n-1}},$$

unter x_k^ω der Ausdruck $x_1^{\omega x^{k-1}}$, unter $(x_\alpha x_\beta \cdots x_\varepsilon)^\omega$ das Potenzproduct

$$x_\alpha^\omega \cdot x_\beta^\omega \ldots x_\varepsilon^\omega$$

verstanden werden. Bezeichnet man einen Ausdruck von der Form

$$A(x_1^p - 1) + B(x_2^p - 1) + \ldots + E(x_n^p - 1),$$

wo $A, B, \ldots E$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ sind, allgemein mit $\mathfrak{B}$, so ist ersichtlich

$$x_k^\omega \cdot x_k^\xi = x_k^{\omega+\xi} + \mathfrak{B}$$
$$(x_k^\omega)^\xi = x_k^{\omega\xi} + \mathfrak{B}.$$

Ist $g(x_1, x_2, \ldots x_n)$ eine ganze Function der Unbestimmten $x_1, x_2, \ldots x_n$ und α eine primitive p^{te} Einheitswurzel, so soll unter $g(\omega)$ der Ausdruck

$$g(x_1^\omega, x_2^\omega, \ldots x_n^\omega),$$

unter $\bar{g}$ der Ausdruck $g(\alpha, 1, \ldots 1)$ verstanden werden.

Bezeichnet man die über alle Functionen ξ von Ω zu erstreckende Summe

$$\sum x_1^{-\omega\xi} x_\xi$$

mit $L(\omega)$, so sind in dem Ausdrucke $\bar{L}(\omega)$ alle $p^n - 1$ LAGRANGE'schen Resolventen der Gleichung für x_{ξ}, ... enthalten, wenn für ω alle Functionen von Ω ausser 0 gesetzt werden. $L(0)$ ist die Wurzelsumme.

Man kann eine ganze ganzzahlige Function

$$\psi = c_0 + c_1 x + \ldots$$

von der Art ermitteln, dass alle Resolventen

$$\bar{L}_1(\omega) = \overline{\sum x_1^{-\omega\xi} \psi(x_\xi)}$$

von Null verschieden ausfallen. Denn der Ausdruck

$$\overline{\sum x_1^{-\omega\xi} x_\xi^r}$$

kann bei gegebenem α nicht für alle Werthe $0, 1 \dots p-1$ von m verschwinden, und das über alle Functionen ρ von Ω ausser 0 zu erstreckende Product

$$\prod \sum x_1^{-\rho\xi}(u_0 + u_1 x_\xi + u_2 x_\xi^2 + \dots)$$

verschwindet infolgedessen nicht identisch in den Unbestimmten $u_0, u_1, \dots$, so dass ganze Zahlen $c_0, c_1, \dots$ gefunden werden können, welche, statt derselben gesetzt, ein von Null verschiedenes Resultat ergeben.

Die Permutation $(\xi, \xi+\lambda)$ verwandelt $L(\alpha), L_1(\alpha)$ in

$$x_1^{\lambda\alpha} L(\alpha) + \mathfrak{B} \qquad x_1^{\lambda\alpha} L_1(\alpha) + \mathfrak{B},$$

die Permutation $(\xi, \alpha\xi)$ in

$$L(\alpha\alpha^{-1}) + \mathfrak{B} \qquad L_1(\alpha\alpha^{-1}) + \mathfrak{B},$$

wo α^{-1} die Wurzel der Congruenz

$$\alpha z \equiv 1 \pmod{P, p}$$

bezeichnet.

Ermittelt man eine ganze rationale Function y der Grössen x_ξ, welche bei allen Permutationen $(\xi, \xi+\lambda)$ und nur bei diesen ungeändert bleibt, so nimmt dieselbe bei den Permutationen $1, q, q^2, \dots$ t verschiedene Werthe

$$y_0, y_1 \dots y_{t-1}$$

an, deren cyklische Functionen alle Permutationen von Γ vertragen. Diese Werthe sind daher Wurzeln einer cyklischen Gleichung t^{ten} Grades mit Coefficienten in $\mathfrak{R}$, und man darf überdies y so gewählt voraussetzen, dass die LAGRANGE'schen Resolventen und die Wurzelsumme dieser Gleichung oder, was dasselbe ist, die Determinante

$$\Delta = \begin{vmatrix} y_0, y_1, \dots y_{t-1} \\ y_1, y_2, \dots y_0 \\ \dots\dots\dots \\ y_{t-1}, y_0, \dots y_{t-2} \end{vmatrix}$$

von Null verschieden sind.

Das Product jeder ganzen Function v von $x_0, x_1, \dots$, welche alle Permutationen $(\xi, \xi+\lambda)$ verträgt, in Δ^2 ist als linear-homogene Function von $y_0, y_1, \dots y_{t-1}$ darstellbar, deren Coefficienten in den Grössen x_ξ ganz sind und alle Permutationen von Γ vertragen. Dies folgt unmittelbar aus dem Bau des Ausdrucks

$$\Delta \begin{vmatrix} u & u_0 & u_1 & \dots u_{t-1} \\ v_0 & y_0 & y_1 & \dots y_{t-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{t-1}, & y_{t-1}, & y_0 & \dots y_{t-2} \end{vmatrix},$$

in welchem $u, u_0, u_1, \ldots$ Unbestimmte und $v_0, v_1, \ldots$ die aus den Permutationen $1, q, \ldots$ hervorgehenden Werthe von v bezeichnen, und aus dem Verschwinden desselben bei der Ersetzung von $u, u_0, u_1, \ldots$ durch $v, y_0, y_1, \ldots$

3.

Man fasse die Grössen x_ξ als Unbestimmte auf, und es sei T ein Potenzproduct der Ausdrücke $L(\alpha), L_1(\alpha)$, welches sich bei den Permutationen $(\xi, \xi+\lambda)$ nur um einen Bestandtheil $\mathfrak{B}$ ändert. Der Rest von T in Bezug auf die Theiler $x_1^p - 1, x_2^p - 1, \ldots x_\kappa^p - 1$ hat ganze Functionen von $x_{0\ldots 0}, \ldots$ zu Coefficienten, welche alle genannten Permutationen zulassen, und man kann infolgedessen

$$T = \sum y_h f_h(x_1, x_2 \ldots x_n) + \mathfrak{B} \qquad h = 0, 1, \ldots t-1$$

setzen, wo $\Delta^2 f_0, \Delta^2 f_1, \ldots$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_{0\ldots 0}, \ldots$ sind und alle Permutationen von Γ vertragen. Da die Permutation q und die gleichzeitige Ersetzung von $x_1, x_2, \ldots$ durch $x_1^g, x_2^g, \ldots$ den Ausdruck T bis auf einen Bestandtheil $\mathfrak{B}$ ungeändert lassen, so ist

$$\sum y_{h+1} f_h(a) = \sum y_h f_h(1) + \mathfrak{B}$$

oder

$$\sum y_h (f_{h-1}(a) - f_h(1)) = \mathfrak{B},$$

wo unter y_t, f_{-1} die Functionen y_0, f_{t-1} zu verstehen sind. In dieser Identität dürfen alle Permutationen $1, q, q^2, \ldots$ ausgeführt werden und es muss demnach

$$f_{h-1}(a) - f_h(1) = \mathfrak{B} \qquad h = 0, 1, \ldots t-1$$

sein. Hiernach ist

$$T = \sum y_h f_0(a^h) + \mathfrak{B}$$

und daher auch

$$T(\alpha) = \sum y_h f_0(\alpha a^h) + \mathfrak{B}.$$

Denkt man sich nun unter $x_{0\ldots 0}, \ldots$ die gesuchten Grössen und setzt $x_1 = \alpha, x_2 = 1, \ldots x_\kappa = 1$, so ergiebt sich

$$\overline{T}(\alpha) = \sum y_h \overline{f}_0(\alpha a^h),$$

wo jetzt $\overline{f}_0$ eine ganze Function von $x_1, x_2, \ldots$ mit Coefficienten in $\mathfrak{R}$ bedeutet.

4.

Es sei

$$N = \prod \overline{L}_1(\mathfrak{z})$$
$$L(1)\,M(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \prod L_1(\mathfrak{z}),$$

wo $\mathfrak{z}$ alle Functionen von Ω ausser 0 zu durchlaufen hat. N ist eine ganze ganzzahlige Function der Grössen $x_{\mathfrak{z}}$, welche alle Permutationen von Γ verträgt, und daher eine Grösse in $\mathfrak{R}$.

Die Potenzproducte

$$L_1(1)^k \qquad L(1)\prod_{\mathfrak{z},k} M(-\mathfrak{z}\omega)^{[\mathfrak{z}^{-1}]_k},$$

wo das Productzeichen auf alle Functionen $\mathfrak{z}$ von Ω ausser 0 und die Werthe $0, 1, \ldots n-1$ von k zu beziehen ist, genügen der bei T gemachten Annahme. Denn dieselben nehmen bei der Permutation $(\xi, \xi+\lambda)$ bis auf einen Bestandtheil $\mathfrak{B}$ die Factoren $x_1^{\lambda}, x_1^{\rho}$ an, wo

$$\rho \equiv \lambda - \lambda \sum_{k,\mathfrak{z}} \mathfrak{z}\,x^k[\mathfrak{z}^{-1}]_k \left(\sum \mathfrak{z} - 1\right) \equiv \lambda + \lambda \sum \mathfrak{z}\,\mathfrak{z}^{-1} \equiv 0 \quad (\text{modd } P, p)$$

ist. Man hat daher

$$\overline{L}_1(\mathfrak{z})^p = \sum y_h \overline{f}(\mathfrak{z}a^h)$$
$$\frac{\overline{L}(\mathfrak{z})\,N^{\sigma}}{\prod \overline{L}_1(-\mathfrak{z}\omega x^k)^{[\mathfrak{z}^{-1}]_k}} = y_h \overline{f}_1(\mathfrak{z}a^h),$$

wo f, f_1 ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots$ mit Coefficienten in $\mathfrak{R}$ bezeichnen und

$$\sigma = \sum_{\mathfrak{z},k} [\mathfrak{z}^{-1}]_k$$

ist.

Setzt man

$$f_1 = N^{\sigma} g$$

und zur Abkürzung

$$\sum y_h f(a^h) = F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$
$$\sum y_h g(a^h) = G(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

so wird

$$\overline{L}_1(\mathfrak{z}) = \overline{F}(\mathfrak{z})^{\frac{1}{p}}$$

und man hat zur Bestimmung der Grössen $x_{\mathfrak{z}}$ die Gleichungen

$$L(0) = C$$
$$\overline{L}(\mathfrak{z}) = \overline{G}(\mathfrak{z}) \prod_{\mathfrak{z},k} \overline{F}(-\mathfrak{z}\omega x^k)^{\frac{1}{p}[\mathfrak{z}^{-1}]_k}$$
$$x_{\mathfrak{z}} = \frac{1}{p^n}\left(C + \sum_{\mathfrak{z}} \overline{x_1^{-\mathfrak{z}}}\;\overline{L(\mathfrak{z})}\right),$$

wo C zu $\mathfrak{R}$ gehört.

5.

Die gefundene Gestalt der Wurzeln x_z ist aber nicht nur nothwendig, sondern auch hinreichend für die rationale Bestimmbarkeit der Functionen ϕ.

Denn man nehme für $y_0, y_1, \ldots y_{t-1}$ die Wurzeln einer beliebigen cyklischen Gleichung t^{ten} Grades mit Coefficienten in $\mathfrak{R}$, für f, g beliebige ganze Functionen von n Variablen $x_1, x_2, \ldots$ mit ebensolchen Coefficienten und für C eine beliebige Grösse aus $\mathfrak{R}$.

Zieht man eine ganze Function Θ von p Unbestimmten x_z in Betracht, welche bei allen Permutationen der Gruppe Γ identisch ungeändert bleibt, und stellt x_z durch $L(0)$ und die Resolventen $\overline{L}(\mathfrak{S})$ dar, so ergiebt sich für Θ eine Summe von Ausdrücken

$$\gamma(\alpha)\prod \overline{L}(\mathfrak{S})^{z_{\mathfrak{S}}},$$

wo $z_{\mathfrak{S}}$ eine ganze nicht negative Zahl, $\gamma(\alpha)$ eine ganze rationale Function von α und $L(0)$ bezeichnen und das Product auf alle Functionen $\mathfrak{S}$ von Ω zu beziehen ist. Die Summe enthält nur Glieder, in welchen

$$\sum z_{\mathfrak{S}}\mathfrak{S} \equiv 0 \pmod{P, p}$$

ist, wie sofort erhellt, wenn man alle Permutationen $(\xi, \xi+\lambda)$ ausführt und die Resultate addirt. Vollzieht man die Permutationen $1, q, \ldots q^{t-1}$ und setzt

$$\prod_{\mathfrak{S}} \overline{L}(\mathfrak{S}a^{t-i})^{z_{\mathfrak{S}}} = Q_i(\alpha)$$

$$\frac{1}{t}\left(Q_0(\alpha) + Q_1(\alpha) + \ldots + Q_{t-1}(\alpha)\right) = \mathfrak{A}(\alpha),$$

so ergiebt die Addition der Resultate

$$\Theta = \sum \gamma(\alpha)\mathfrak{A}(\alpha).$$

Da die Wurzel α in Θ nicht vorkommt, so darf dieselbe durch $\alpha^2, \ldots \alpha^{p-1}$ ersetzt werden und es erhellt, dass Θ linear-homogen durch Ausdrücke von der Form

$$L(0)^h\left(\alpha^h\mathfrak{A}(\alpha) + \alpha^{2h}\mathfrak{A}(\alpha^2) + \ldots + \alpha^{(p-1)h}\mathfrak{A}(\alpha^{p-1})\right)$$

mit Coefficienten in $\mathfrak{R}$ darstellbar ist.

Denkt man sich nun unter x_z den oben gefundenen Ausdruck, so ist

$$\overline{L}(\mathfrak{S}) = \overline{G}(\mathfrak{S})\prod_{\alpha,\kappa}\overline{F}(-\mathfrak{S}\alpha x^{\kappa})^{\frac{1}{P}[\nu-1]_{\kappa}}$$

zu setzen und es wird

$$Q_i(a) = \prod_{\mathfrak{S}}\overline{G}(\mathfrak{S}a^{t-i})^{z_{\mathfrak{S}}}\cdot\prod_{\mathfrak{S},\alpha,\kappa}\overline{F}(-\mathfrak{S}a^{t-i}\alpha x^{\kappa})^{\frac{z_{\mathfrak{S}}}{P}[\nu-1]}.$$

Da bei festem ϑ der Rest von $\vartheta\alpha$ in Bezug auf die Moduln P, p dieselben Functionen wie α durchläuft, so folgt nach Ersetzung von $\vartheta\alpha$ durch α

$$\prod_{\alpha} \overline{F}(-\vartheta\alpha x^{k})^{\frac{1}{p}[\alpha^{-1}]_k} = \prod_{\alpha} \overline{F}(-\alpha x^{k})^{\frac{1}{p}[\vartheta\alpha^{-1}]_k}$$

$$\prod_{\vartheta,\alpha,k} \overline{F}(-\vartheta\alpha x^{k})^{\frac{1}{p}\rho_\vartheta[\alpha^{-1}]_k} = \prod_{\alpha,k} \overline{F}(-\alpha x^{k})^{\frac{1}{p}\tau},$$

wo

$$\tau = \sum_{\vartheta} \rho_\vartheta [\vartheta\alpha^{-1}]_k$$

ist. Die Zahl τ ist auf Grund der Congruenz

$$\tau \equiv \sum_{\vartheta} \left[\rho_\vartheta \vartheta\alpha^{-1}\right]_k \equiv \left[\alpha^{-1} \sum \rho_\vartheta \vartheta\right]_k \equiv 0 \pmod{p}$$

durch p theilbar. Setzt man dieselbe $= p\varepsilon_{\alpha k}$ und

$$H(x_1, x_2, \ldots) = \prod_{\vartheta} G(\vartheta)^{\rho_\vartheta} \cdot \prod_{\alpha,k} F(-\alpha x^{k})^{\varepsilon_{\alpha k}},$$

so ist

$$Q_i(\alpha) = \overline{H}(a^{t-i}).$$

Wird aber der Werth einer Function Y der Wurzeln $y_0, y_1, \ldots, y_{t-1}$, welcher aus einer $i$maligen cyklischen Vertauschung der letzteren hervorgeht, mit Y_i bezeichnet, so ist

$$\overline{G}(\vartheta a^{t-i}) = \overline{G}(\vartheta)_i \qquad \overline{F}(-\alpha x^{k} a^{t-i}) = \overline{F}(-\alpha x^{k})_i$$

und daher

$$Q_i(\alpha) = \overline{H}(1)_i$$

$$\mathfrak{A}(\alpha) = \frac{1}{t}(\overline{H}(1)_0 + \overline{H}(1)_1 + \ldots + \overline{H}(1)_{t-1}).$$

Hiernach ist $\mathfrak{A}(\alpha)$ als cyklische Function von $y_0, y_1, \ldots$ eine ganze rationale Function von α, und alle Ausdrücke

$$L(0)^h(\alpha^m \mathfrak{A}(\alpha) + \alpha^{2m} \mathfrak{A}(\alpha^2) + \ldots)$$

gehören zu $\mathfrak{R}$. Dasselbe gilt somit von Θ.

Unbekannte Fragmente altchristlicher Gemeindeordnungen.

Nach G. Horners englischer Ausgabe des äthiopischen Kirchenrechtsbuchs.

Mitgeteilt von Eduard Freiherrn von der Goltz.

(Vorgelegt von Hrn. Harnack.)

Die Untersuchungen über die ältesten Quellen des christlichen Kirchenrechts haben die Forschung in den letzten Jahrzehnten viel beschäftigt. Besonders seit der Entdeckung der ΔΙΔΑΧῊ ΤῶΝ ΔώΔΕΚΑ ἈΠΟΣΤΌΛωΝ ist man rastlos bemüht gewesen, die Überlieferungsgeschichte der ältesten Kirchenordnungen und Kanones aufzuhellen — nicht ohne Erfolg. »Die apostolische Kirchenordnung« und die »Didaskalia« sind aus unbestimmten zu bestimmten Größen geworden, und damit sind, wenn man die Didache und die verschiedenen Rezensionen der »beiden Wege« hinzunimmt, die Quellen für die sieben ersten Bücher der großen Kompilation aufgehellt, die unter dem Namen der »apostolischen Konstitutionen« bekannt ist. Die Didaskalia ist von H. Achelis und J. Flemming[1] nach guten syrischen Texten in deutscher Übersetzung weiteren Kreisen zugänglich gemacht, als eine wichtige syrische Gemeindeordnung des 3. Jahrhunderts, freilich nur von lokaler Bedeutung. Edmund Hauler gab aus einem Veroneser Palimpsest umfangreichere lateinische Fragmente, der Didaskalia, der apostolischen und der ägyptischen Kirchenordnung, heraus,[2] und Wilhelm Riedel hat die Kirchenrechtsquellen des Patriarchats Alexandrien zusammengestellt und zum Teil, besonders die Canones Hippolyti, übersetzt (Leipzig 1900). Nur an einem sehr wichtigen Punkte blieb der Streit in der Schwebe: In welche Zeit gehören die von H. Achelis schon 1891 nach einem arabischen Texte lateinisch edierten sogenannten Canones

[1] Vgl. Die ältesten Quellen des orientalischen Kirchenrechts II: Die syrische Didaskalia, übersetzt und erklärt von Hans Achelis und Johannes Flemming. (Leipzig 1904. Texte und Untersuchungen zur altchristlichen Literatur. N.F. X. 2.)

[2] Edmund Hauler, Didascaliae apostolorum fragmenta Veronensia Latina. accedunt canonum qui dicuntur apostolorum et aegyptiorum reliquiae. Lipsiae MCM.

Hippolyti (C. H.)[1], und in welchem Verhältnis stehen sie zu dem VIII. Buch der apostolischen Konstitutionen (C. A.) und dem zwischen beiden Quellen stehenden Mittelglied, der sogenannten ägyptischen Kirchenordnung (Äg. K. O.)? H. Achelis nahm in seiner Ausgabe von 1891 die C. H. in der Hauptsache als ein Werk des römischen Presbyters und Gegenbischofs Hippolyt in Anspruch und konstruierte die Reihenfolge: C. H. — Äg. K. O. — C. A. VIII. F. X. Funk dagegen erklärte C. H. für ein spätes Exzerpt und behauptete genau die umgekehrte Reihenfolge. Schroff standen sich die Meinungen gegenüber, und eine jede fand ihre Anhänger. In neuen Fluß kam die Diskussion durch die Veröffentlichung des Testamentum Domini nostri Iesu Christi (T) seitens des syrischen Erzbischofs Rahmani[2]. Denn in dieser Kirchenordnung, ebenfalls ägyptischen Ursprungs, ist das gleiche Material wie in C. H. und C. A. VIII bearbeitet. Funk schrieb über diese Urkunde eine sorgfältige Untersuchung,[3] und es gelang ihm in der Tat, an mehreren Punkten nachzuweisen, daß C. H. unmöglich die Quelle von C. A. VIII und T sein könne. Dagegen vermochte er auch jetzt nicht C. A. VIII als die älteste Grundlage darzutun, und Achelis blieb meines Erachtens im Recht, wenn er auf jeden Fall daran festhielt, daß in C. H. wesentliche Stücke von Hippolyts Kirchenordnung enthalten seien. Nun hatte schon die Rolle, welche die Äg. K. O. in diesem Streite spielte, gezeigt, wieviel auf die alten orientalischen Übersetzungen dieser Quellen ankommt. Bereits Achelis hatte mit Nutzen Fragmente der äthiopischen Version benutzt, die einst Ludolf in seiner Historia Aethiopiaca 1681 mitgeteilt hatte, und mehrfach war der Wunsch ausgesprochen worden, die arabische, die äthiopische und die saidische Version des orientalischen Rechtsbuchs vollständig zu kennen.

Paul de Lagarde (Aegyptiaca 1886) und Joh. Leipoldt (T. U. N.F. XI 1b) hatten nur einzelne Teile der saidischen Version herausgegeben. So kam es einem dringenden Bedürfnis entgegen, daß ein englischer Geistlicher, G. Horner, der wissenschaftlichen Welt das ganze orientalische Rechtsbuch in äthiopischer (E), arabischer (A) und saidischer (S) Form zugänglich gemacht hat, unter Beigabe einer englischen Übersetzung.[4] Ich habe diese Ausgabe in der Theologischen Literaturzeitung (1905,

[1] Die ältesten Quellen des orientalischen Kirchenrechts I: Die Canones Hippolyti von Dr. Hans Achelis. Leipzig 1891 (T. U. VI, 4); weiteres auch Zeitschrift für Kirchengeschichte XV, 1 (1895) und R. E.[3] I, S. 734 ff.

[2] Testamentum Domini nostri Iesu Christi, ed. Ignatius Ephraem II. Rahmani. Moguntiae 1899.

[3] F. X. Funk, Das Testament unseres Herrn und die verwandten Schriften, Mainz 1901. (Forschungen zur christlichen Literatur- und Dogmengeschichte II, 1. 2.)

[4] G. Horner, *The Statutes of the Apostles* or Canones ecclesiastici, edited with translation and collation from Ethiopic and Arabic Manuscripts; also a translation of the Saidic and Collation of the Bohairic versions; and Saidic fragments. London 1904.

Nr. 24) angezeigt und darf auf das dort Gesagte verweisen. Nur das sei hier noch einmal hervorgehoben, daß nun ein umfangreiches Material gewonnen ist, um eine Textvergleichung aller Parallelrezensionen anzustellen und der Ermittlung der ältesten Form näherzukommen. — Hier aber möchte ich die Aufmerksamkeit nicht auf einzelne Rezensionen bekannten Textmaterials richten, sondern auf völlig unbekannte Fragmente, die sich mitten in dem Text der äthiopischen Kanones eingesprengt finden und von Horner in seiner Einleitung zwar kurz notiert, aber keineswegs in ihrer Bedeutung erkannt und gewürdigt sind. Ich muß mich dabei im wesentlichen auf Horners englische Übersetzung der Texte verlassen, habe aber an unsicheren Stellen Hrn. Prof. Dr. Jakob-Barth und Hrn. Lic. Dr. B. Violet in Berlin sowie Hrn. Oberbibliothekar Dr. Joh. Flemming in Bonn zu Rate gezogen, die mir freundlichste Auskunft gaben. Die von Horner benutzten äthiopischen Handschriften sind folgende: *a*) Brit. Mus. Or. 793 (etwa 1730—1755). *b*) Brit. Mus. Or. 794 (saec. XV). *c*) Brit. Mus. Or. 796 (1730—1755). *d*) Berlin 396 (etwa 1758). *e*) Berlin 398 (saec. XV). V (Vatikan = Ludolfs Ms.): besonders *b* ist der Beachtung wert. Die bisher unbekannten Stücke im Text des äthiopischen Rechtsbuchs (E) sind folgende:

Nr. 1. Der Anfang von Hippolyts Schrift ἀποστολικὴ παράδοσις.

Ich beginne mit diesem Fragment, weil es uns den Ausgangspunkt gewährt für die Beurteilung der übrigen. Es findet sich unter der Bezeichnung: »Statut 40« nach den Bestimmungen über die Witwenmahle (E 39. A 38. S 52) und vor denen über die Erstlinge (E 40. A 39. S 53), trägt also die Nummer, die erst dem folgenden Stück gebührt. Der Einschub enthält zunächst wenige einleitende Sätze, dann ein vollständiges Taufritual. Wir haben zunächst nur mit jenen einleitenden Sätzen zu tun. Sie stimmen der Hauptsache nach überein mit einem herrenlosen lateinischen Fragment, das sich im Cod. Veronensis (ed. Hauler S. 101) nach der Äg. K. O. vor dem Kanon über die Bischofsweihe findet: dies fügt sich zu der Beobachtung, daß der erste Satz wörtlich mit C. A. VIII. 3 gleichlautet, während VIII. 4 der Abschnitt über die Bischofsweihe beginnt. Dieser erste Satz nimmt aber Bezug auf eine vorausgegangene Schrift περὶ χαρισμάτων (= C. A. VIII. 1. 2), welche Achelis mit Recht mit der gleichnamigen Schrift auf der Hippolytstatue identifizierte. Auf sie folgt ebendort der Buchtitel: ἀποστολικὴ παράδοσις, eine Gemeindeordnung Hippolyts, die Achelis in den C. H. glaubte gefunden zu haben. C. A. VIII. 3 konnte freilich sicher nicht als Anfang von Hippolyts Schrift gelten. So hielt Achelis den

Anfang der arabischen C. H. dafür. Es kann aber nun kein Zweifel sein, daß in den allerdings Hippolytschen Anfangssätzen von C. H. nur der Anfang der Ordnung selbst vorliegt, im vorliegenden Fragment aber das Proömium. Ich stelle den lateinischen Text bei Hauler, den äthiopischen Text und den Versuch einer deutschen Übersetzung des äthiopischen (nach Dr. Barths und Dr. Flemmings Angaben) nebeneinander[1]:

Cod. Veronensis.	Äthiopischer Text.	Übersetzung des äthiopischen Textes.
	40. ትእዛዝ ፡ ፵ ፡ በእንተ ፡ ሥርዓተ ፡ ሀብት ፡ ዘሐዋርያት ፤	[40. Statut. Über die Ordnung der Gabe der Apostel.]
1. Ea quidem, quae verba fuerunt, digne posuimus de donationibus, quanta quidem Deus a principio secundum propriam voluntatem praestitit	1. ዘበእንተ ፡ ቃልሰ ፡ ርቱዓ ፡ ጸሐፍነ ፡ በእንተ ፡ ጸጋት ፡ መጠነ ፡ ጸገወነ ፡ እግዚአብሔር ፡ እግዚእነ ፡ በዘዚአሁ ፡ ምክር ፤	1. Was das Wort betrifft, in rechter Weise haben wir über die Gnadengaben geschrieben, so viel Gott unser Herr nach seinem eigenen Willen uns geschenkt hat.
2. hominibus offerens sibi eam imaginem, quae aberraverat	2. ቅድመ ፡ ወሀበ ፡ ለሰብእ ፡ እንዘ ፡ ያቄርብ ፡ ኀቤሁ ፡ እንተ ፡ ተስሕተት ፡ አምሳለ ፡	2. Vordem hat er (es) den Menschen gegeben, indem er ihnen darbot dem Irrtum unterworfene Bilder (oder: indem er zu sich heranbringen wollte die Abbilder, die verdorben waren).[2]
3. nunc autem ex caritate qua(m) in omnes sanctos habuit	3. ወይእዜሰ ፡ ፍቁር ፡ ወልዱ* ፡ ዘውስተ ፡ ኵሎሙ ፡ ቅዱሳን ፡	3. Jetzt aber (durch?) seinen geliebten Sohn, der in allen Heiligen ist.
4. producti ad verticem traditionis, quae catecizat (ἥτις καθήκει) ad ecclesias	4. መጺአነ ፡ ውስተ ፡ ርእስ ፡ ለመጥምቃ ፡ እንተ ፡ ትደሉ ፡ ውስተ ፡ አብያተ ፡ ክርስቲያናት ፡	4. gekommen seiend zu dem Hauptpunkt der Überlieferung, die sich gebührt in den Kirchen.

Zu 3* ወልዱ ፡ (in einer Handschrift statt ወይእዜሰ ፡ ፋቁር ፡ könnte man ወይእዜ ፡ በፍቅር ፡ lesen = nunc autem ex caritate d. Lat. (Fl.)

[1] Aus den C. A. VIII, 3 ist zu vergleichen der Anfang: τὰ μὲν οὖν πρῶτα τοῦ λόγου ἐξεθέμεθα περὶ τῶν χαρισμάτων ὅσαπερ ὁ θεὸς κατ᾽ ἰδίαν βούλησιν παρέσχε ἀνθρώποις . . . . νῦν δὲ ἐπὶ τὸ κορυφαιότατον τῆς ἐκκλησιαστικῆς διατυπώσεως ὁ λόγος ἡμᾶς ἐπείγει, ὅπως καὶ ταῦτα μαθόντες . . . . alles übrige ist dort verändert im Sinne der Autorität des bischöflichen Amts.

[2] Horner übersetzt: while bringing near to him that which had gone astray in type.

Cod. Veronensis.	Äthiopischer Text.	Übersetzung des äthiopischen Textes.
5. perreximus ut ii qui bene ducti (oder: docti) sunt eam, quae permansit usque nunc traditionem	5. በጻሕነ፡ከመ፡ሠናየ፡ይትመሀሩ፡እንተ፡ሀለወት፡እስከ፡ይእዜ፡መጠዎሙ*፡	5. sind wir dazu gelangt, daß sie gut unterrichtet sind in der bisher bestehenden Überlieferung (oder: daß sie schön lernen, was bis jetzt gewesen ist)
6. exponentibus nobis custodiant et agnoscentes firmiores maneant	6. ወዓቂበሙ፡ሥርዓተነ፡ወአእሚሮሙ፡ኵሎ፡ጽኑዓነ፡ይኩኑ፡	6. und, indem sie unsere Ordnungen beachten und alles erkennen, fest werden (oder: ⟨und⟩ indem sie überliefern und halten unser Gesetz und indem sie alles wissen, fest sind.)
7. ... propter eum qui nuper inventus est per ignorantiam lapsus vel error	7. በእንተ፡ተራክቦቶሙ፡ይእዜ፡በኢያእምሮ፡ድኅፁ**፤	7. Wegen ihres Zusammenkommens jetzt in Unwissenheit sind sie ausgeglitten (?).
8. et hos qui ignorant praestante sancto spiritu perfectam gratiam	8. ወእለሰ፡ኢያእመሩ፡እንዘ፡ይሁብ፡መንፈስ፡ቅዱስ፡ፍጽምተ፡ጸጋ፡	8. Und diejenigen, die nicht wissen, indem der heilige Geist die vollkommene Gnade gibt
9. eis qui recte credunt, ut cognoscant, quomodo oportet tradi et custodiri omnia	9. ለእለ፡በርቱዕ፡የአምኑ፡ከመ፡ያእምሩ፡እፎ፡መፍትው፡ይመጥው፡ወይዕቀቡ፡	9. denen, die recht glauben, damit sie wissen, wie es sich ziemt, zu überliefern und zu bewahren,
10. eos qui ecclesiae praesunt.	10. እለ፡ውስተ፡ቤተ፡ክርስቲያን፡ይቀውሙ።	10. (für) diejenigen, die im Hause der Christen stehen (vorstehen?).

Zu 6* statt መጠዎሙ፡ lies መጥዎ፡ = traditionem d. Lat., oder ⟨ወ⟩መጢዎሙ፡ »und indem sie überliefern«. (Fl.)

Zu 7** በእንተ፡ bis ድኅፁ፡ ist unverständlich, durch Emendation enthält man leicht den Text d. Lat.: በእንተ፡ዘተራክበ፡ግብተ፡እንዘ፡በኢያእምሮ፡ድኅፀ፡ = propter—lapsus. (Fl.)

So unsicher viele Einzelheiten in diesem Texte sein mögen, der Inhalt ist völlig klar. Der Verfasser hat in einem ersten λόγος über χαρίσματα geschrieben. Im alten Bund gab Gott sie(?) in Bildern, die dem Irrtum unterworfen waren. Jetzt aber hat die Offenbarung Jesu

Christi völlige Klarheit und Sicherheit geschaffen, so daß jeder wissen und lernen kann, welche Ordnungen in der Kirche gelten sollen. Da nun aber infolge einer Irrung kürzlich viele in der Gemeinde ausgeglitten sind, so will der Verfasser, daß die, welche den Gemeinden vorstehen, die anderen belehren, und zwar sowohl die, welche nicht das Rechte wissen, damit sie die Vollkommenheit der Gnade erlangen als die, welche recht glauben, damit sie erkennen, wie man diese Dinge überliefern und bewahren soll. Es handelt sich also um einen Versuch, eine Gemeindeordnung aufzustellen, weil Irrungen in der Gemeinde dazu nötigten. Der Verfasser muß ein solches Unternehmen mit dem Vorstehenden besonders motivieren, und es kann um so weniger zweifelhaft sein, daß wir es mit Hippolyt zu tun haben, als mit der Bearbeitung C. A. VIII, 3 4 in mehreren Handschriften sogar Hippolyts Name überliefert ist (vgl. Achelis, a. a. O. S. 243 ff.). Es handelt sich also in der Tat um den Anfang von Hippolyts ΑΠΟΣΤΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΣ, und Achelis hat Recht behalten, daß unserem Quellenmaterial Hippolyts Gemeindeordnung zugrunde liegt, wenn ihm auch die weitere Untersuchung nicht Recht geben dürfte, sofern er in C. H. diese Ordnung in wesentlich unversehrter Gestalt wiedergefunden zu haben glaubte. Jedenfalls ist nun der Anfang der ältesten christlichen Gemeindeordnung zum Vorschein gekommen, und diese Ordnung stammt aus Rom.

Nr. 2. Die Taufordnung.

Unmittelbar an diese Einleitungssätze schließt sich die Taufordnung an, die eine Kombination sehr alter und auch späterer äthiopischer Taufgebete enthält. Sie wird an einem anderen Orte (in der Zeitschr. f. Kirchengeschichte 1906, Heft 1) erscheinen und zugleich wird dort wahrscheinlich gemacht werden, daß der alte Grundstock dieses Taufbuchs in der Tat auf Hippolyt zurückzuführen ist. Der Raum verbietet es in dieser Mitteilung, auf die umfangreiche Urkunde näher einzugehen, dagegen haben wir im folgenden noch andere teils an früherer, teils an späterer Stelle der äthiopischen K. O. eingesprengte Stücke mitzuteilen.

Nr. 3. Ein Gebet zur Weihe eines Diakonen.

Das Veroneser Palimpsest (ed. Hauler, a. a. O. S. 110) enthält das Fragment eines Diakonenweihegebets[1], welches in den C. H. (ed. Achelis, S. 66) und C. A. VIII, 16 eine ganz anders lautende Paral-

[1] Es lautet: Deus, qui omnia creasti et verbo perordinasti, pater domini nostri Iesu Christi, quem misisti ministrare tuam voluntatem et manifestare nobis tuum desiderium, da spiritum sanctum gratiae et sollicitudinis et industriae in hunc servum tuum quem elegisti ministrare ecclesiae tuae et offerre . . . .

lelformel besitzt. Der äthiopische Text bietet uns nun in Kanon 24 (Horner, S. 145, 13—26) den vollständigen Wortlaut dieses interessanten Gebets, das in seinem Aufbau (Parallelismus zwischen Dank und Bitte, Christus und dem Diakon) an die Taufgebete Hippolyts erinnert und, vorbehalten einige durch Klammern angedeutete zum Teil auch durch die Textüberlieferung nahegelegte Änderungen, dem Hippolyt zugeschrieben werden darf:

»Gott, der du alles geschaffen hast und durch deinen Logos »geordnet hast, Vater unseres Herrn [und Heilands] Jesu Christi, den »du sandtest zu dienen (διακονεῖν) deinem Willen und uns zu offen»baren deinen [geheimen] Ratschluß, schenke den Geist der (oder: und) »Gnade und Fleiß auf diesen deinen Knecht, den du erwählt hast zu »dienen (διακονεῖν) in unserer Kirche und darzubringen in deinem heili»gen Heiligtum: das was dir dargebracht wird [durch deine ordi»nierten Oberpriester] zur Ehre deines Namens: also möge er, wenn »er tadellos gedient hat in reinem Leben, [die Stufen der Weihe] »das Priestertum in der Höhe(?) und deine Ehre erhalten und dich »preisen durch deinen Sohn Jesus Christus unsern Herrn, durch wel»chen dir sei [samt ihm] Herrlichkeit [und Macht] und Kraft und »Preis [mit dem heiligen Geist jetzt und immerdar usw.].«

Nicht nur die subordinatianische Vorstellung von Christus als dem Vorbild der Diakonen, auch die Voraussetzung des Darbringungsaktes und der ursprünglich jedenfalls eschatologisch gemeinte Schluß sind Kennzeichen hohen Alters. Das Gebet gehörte zu dem Abschnitt περὶ χειροτονιῶν in der Gemeindeordnung Hippolyts.

Nr. 4. Über die Gaben an die Kranken.

In dem Abschnitt der Äg. K. O. über die Mahlzeiten der Gemeinde, für welchen im Veroneser Palimpsest (Hauler S. 113) der beste Text erhalten zu sein scheint, bieten die äthiopischen Handschriften am Schluß von E 37 (= A 36 S 48) einen umfangreicheren Zusatz (Horner 159, 19 bis 161, 6), zwei unbekannte Kanones enthaltend, von denen der erstere obige Überschrift trägt und so lautet:

»Der Diakon soll in Zeiten der Anfechtung das Siegel den Kranken »geben mit Sorgfalt.[1]

»Wenn kein Presbyter da ist, um zu geben von dem, das »verteilt worden war, soviel als empfangen werden soll, soll er »(der Diakon) Dank sagen und soll Notiz nehmen von denen, die

[1] Mit dem Siegel im ersten Satz ist jedenfalls »die Eucharistie« gemeint, welche in Zeiten der Not auch vom Diakonen ausgeteilt werden darf.

»es wegtragen, damit sie mit Sorgfalt dienen und die Eulogia »geben.[1]

»Wenn ein solcher da ist, der es wegträgt, so laß es tragen »zu Witwen und zu Kranken.[2]

»Und laß den, der betraut ist mit der Kirche, es wegtragen.[3]

»Wenn er es aber am nächsten Tage nicht wegtrug, so soll er »es wegtragen, nachdem er von dem Seinigen dazu gelegt hat. Denn »es blieb bei ihm liegen als ein Brot der Armen.«

Nr. 5. Über das Hineinbringen der Lampen beim Abendmahl der Gemeinde.

Unmittelbar angeschlossen an das vorige Fragment und auch entsprechend dem nächstfolgenden Satz der arabischen C. H. findet sich unter vorstehender Überschrift eine Beschreibung einer altchristlichen Agape, wie wir sie in dieser Genauigkeit bisher nicht kannten. Es handelt sich nicht um die Mahlzeit einer einzelnen Familie, sondern um die Feier der Gemeinde unter Vorsitz des Bischofs. Sie ist eingeleitet durch eine feierliche Präfatio, nachdem der Diakon ein Licht hineingebracht hat. Dann folgt ein Dankgebet des Bischofs für die Gabe des Lichts — nach der Mahlzeit werden Psalmen und Hymnen gesungen, und dann folgt die Segnung von Wein und Austeilung von Brot (und Wein?) an alle Gläubigen.

Der Text lautet:

»Wenn der Abend gekommen ist und der Bischof ist da, so soll »der Diakon eine Lampe bringen. Und in der Mitte aller Gläubigen »stehend, im Begriffe das Dankgebet zu sprechen, soll der Bischof »zuerst den Gruß geben, also sprechend:

»Der Herr mit euch allen.

»Und das Volk soll also antworten:

»Mit deinem Geiste.

»Und der Bischof soll sagen:

»Lasset uns Dank sagen dem Herrn.

»Und das Volk soll sagen:

»Recht und würdig ist es.

[1] Die Verteilung der Gaben der Gemeinde geschieht sonst durch den Presbyter [der Bischof ist also hier nicht erwähnt!]. Ihn soll der Diakon vertreten bei Austeilung und Segnung der Gaben und bei der Kontrolle des Abtragens.

[2] Den Witwen und Kranken sollen die gesegneten Liebesgaben (Eulogien) gebracht werden, nicht andern, die es aus abergläubischen Gründen wünschen möchten.

[3] Unter den Diakonen ist einer besonders mit den Externa im kirchlichen Versammlungsraum betraut (»who is occupied with the church« liest Horner, der den Satz im Text aus Versehen wegließ und ihn S. 384 nachbringt); dieser übernimmt die Verantwortung, daß die Liebesgaben wirklich an die Armen gelangen.

»Beides: Größe (ΜΕΓΑΛΩCΥΝΗ) und Erhabenheit (ΥΨΟC oder ΔΥΝΑΜΙC)
mit Herrlichkeit (ΔΟΞΑ) gebühren ihm.

»Und

»Erhebet eure Herzen

»[sollen sie nicht sagen, weil das gesagt wird zur Zeit des Opfers.]

»Und er betet also, sprechend:

»Wir sagen dir Dank, Gott, durch deinen Sohn Jesus »Christus unsern Herrn, weil du uns erleuchtet hast, offen- »barend das unvergängliche Licht.

»Daher, weil wir beendigt haben die Länge eines Tages »und zum Anfang der Nacht gekommen sind, und weil wir »gesättigt worden sind mit dem Lichte des Tages, welches »du geschaffen hast zu unserer Freude, und wir auch jetzt »nicht ermangelten des Abendlichtes durch deine Gnade, so »heiligen wir dich und preisen dich durch deinen einzigen »Sohn unsern Herrn Jesus Christus, durch welchen dir sei »[samt ihm] Herrlichkeit und Macht und Ehre [mit dem »heiligen Geist jetzt und immerdar].[1]

»Und ein jeder soll sagen: Amen.

»Und wenn man dann aufgestanden ist nach dem Abendessen »und die Kinder und Jungfrauen gebetet haben, sollen sie die Psalmen »sagen.

»Und nach dem soll der Diakon, nehmend den gemischten Becher »der Prosphora, den Psalter sagen von dem Psalm an, in welchem »das Halleluja geschrieben ist.

»Und danach der Presbyter, von dem, was er (der Bischof??) »befohlen hat und ebenso aus diesen Psalmen.

»Und dann soll der Bischof, nachdem er den Becher dargebracht hat, »wie es sich ziemt, für den Becher, den Halleluja-Psalm sagen. Und alle »sollen, wenn er die Psalmen rezitiert, Halleluja sagen, was da ist:

»Wir preisen ihn, den Gott, der der Höchste ist. Gepriesen »und gelobt sei der, der gründete die ganze Welt mit einem Wort.

»Und gleicherweise, wenn der Psalm vollendet ist, so soll er »Dank geben über dem Becher und soll geben von den Stücken an »alle Gläubigen.

[1] Im griechischen Original mag das Gebet also gelautet haben:

ΕΥΧΑΡΙCΤΟΥΜΕΝ CΟΙ, ΘΕΕ, ΔΙΑ ΤΟΥ ΠΑΙΔΟC CΟΥ ΙΗCΟΥ ΧΡΙCΤΟΥ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΗΜΩΝ, ΟΤΙ ΕΦΩΤΙCΑC ΗΜΑC, ΦΑΝΕΡΩCΑC ΤΟ ΑΦΘΑΡΤΟΝ ΦΩC· ΔΙΟ ΤΕΛΕΙΩCΑΝΤΕC ΤΟ ΜΗΚΟC ΤΗC ΗΜΕΡΑC ΚΑΙ ΕΛΘΟΝΤΕC ΕΙC ΤΑC ΑΡΧΑC ΤΗC ΝΥΚΤΟC ΚΑΙ ΧΟΡΤΑCΘΕΝΤΕC ΕΜΠΛΗCΘΕΝΤΕC? ΤΟΥ ΦΩΤΟC ΤΗC ΗΜΕΡΑC, Ο ΕΚΤΙCΑC ΕΙC ΤΗΝ ΕΥΦΡΟCΥΝΗΝ ΗΜΩΝ, ΚΑΙ ΝΥΝ ΟΥ CΤΕΡΟΥΜΕΝΟΙ ΤΟΥ ΕCΠΕΡΙΝΟΥ ΦΩΤΟC ΔΙΑ ΤΗC ΧΑΡΙΤΟC CΟΥ, ΑΓΙΑΖΟΜΕΝ CΕ ΚΑΙ ΔΟΞΑΖΟΜΕΝ CΕ ΔΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΟΓΕΝΟΥC CΟΥ ΥΙΟΥ, ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΗΜΩΝ ΙΗCΟΥ ΧΡΙCΤΟΥ, ΔΙ' ΟΥ CΟΙ [CΥΝ ΑΥΤΩ] ΔΟΞΑ ΚΑΙ ΚΡΑΤΟC ΚΑΙ ΤΙΜΗ [CΥΝ ΤΩ ΑΓΙΩ ΠΝΕΥΜΑΤΙ] ΝΥΝ ΚΑΙ ΑΕΙ Κ. Τ. Λ.

[»Und wenn sie ihr Abendmahl nehmen, so sollen die Gläubigen »ein wenig Brot von der Hand des Bischofs nehmen, ehe sie nehmen »von ihrem eigenen Brot, denn es ist Eulogia und nicht Eucharistia, »als von unserm Herrn.]«

Der letzte Satz, eine wörtliche Wiederholung aus dem vorhergehenden Teil der Äg. K. O., gehört zweifellos nicht zum ursprünglichen Kontext. Er soll die Verwechslung solcher Agapefeier mit einer Eucharistiefeier verhüten. Die gleiche Tendenz hat die wahrscheinlich später eingefügte Zwischenbemerkung vor dem Dankgebet, welche das »Erhebet eure Herzen« für die eigentliche Eucharistiefeier reservieren will. Wir sehen an diesen Zusätzen späterer Zeit, wie stark man die Ähnlichkeit mit der Eucharistiefeier empfunden hat. Wir haben aber zunächst in der Tat keine Eucharistiebeschreibung vor uns, sondern die Schilderung einer Agape, einer Gemeindemahlzeit am Sabbat, wie sie sich in ähnlicher Weise noch bis in unsere Zeit in der äthiopischen Kirche erhalten hat. Darüber gibt Ludolf in seiner berühmten Geschichte Äthiopiens[1] Auskunft, und einen noch viel ausführlicheren, zum Teil wörtlich mit dem hier vorliegenden übereinstimmenden Bericht hat A. Dillmann in den Abhandlungen der Berliner Akademie früher mitgeteilt.[2] Der Vergleich der Texte ergibt, wie ich hier nicht näher ausführen kann, daß die Kirchenordnung Zar'a Jakobs, die sich auf uralte Überlieferung des Sennodos beruft, eine erweiterte Gestalt unseres alten Textes darbietet. Die Psalmen sind genau bezeichnet, und was hier Hallelujapsalm genannt wird, ist dort als Responsorium hinter je drei Psalmen wiederholt. Der Satz über das Beten der Kinder und Jungfrauen fehlt aber bei Zar'a Jakob charakteristischerweise. Die Möglichkeit einiger Änderungen vorbehalten, entstammt unser Fragment zweifellos einer ganz alten Überlieferung, die schon im Testam. Dom. N. I. Chr. II. 11 (Rahmani S. 135, vgl. Drews) vorausgesetzt ist (vgl. besonders die Wendung: psalmos spirituales dicant pueruli et cantica ad accensionem lucernae). Bezeugt uns nun Ludolf die Sitte solcher Gemeindemahle für den Sabbatabend, so erinnern wir uns einer Notiz bei Sokrates hist. eccl. V. 22: Αἰγύπτιοι δὲ γείτονες ὄντες Ἀλεξανδρέων καὶ οἱ τὴν Θηβαΐδα οἰκοῦντες ἐν σαββάτῳ μὲν ποιοῦνται συνάξεις, οὐχ ὡς ἔθος τοῖς Χριστιανοῖς τῶν μυστηρίων μεταλαμβάνουσι· μετὰ γὰρ τὸ εὐωχηθῆναι καὶ παντοίων ἐδεσμάτων ἐμφορηθῆναι περὶ ἑσπέραν προσφέροντες τῶν μυστηρίων μεταλαμβάνουσι

[1] Job Ludolf, Historia aethiopica 1681 (Commentarius 1691) III, 6, 85.

[2] A. Dillmann, Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung Zar'a Jakobs in Abhandlungen der Berliner Akademie, Philos.-hist. Klasse 1884, Abt. II, S. 54 ff.; vgl. auch F. Kattenbusch, Konfessionskunde S. 219 ff. und Drews, Studien und Kritiken 74 (1901) S. 167 ff.

Hier werden uns für den Sabbatabend eigentliche Eucharistiefeiern bezeugt, die doch noch den Charakter wirklicher Gemeindemahlzeiten trugen. Solche Eucharistien aber, neben der feierlichen kirchlichen Eucharistie in den Häusern veranstaltet, werden uns auch durch Athanasius für die ägyptischen Asketen bezeugt.[1]

In dieser Sitte der Sabbatabend-Eucharistie lebten die Formen urchristlicher Abendmahlsfeier weiter, und es kann uns deshalb nicht wundernehmen, hier die uralte Präfatio des eucharistischen Dankgebets, die alten Festpsalmen der jüdischen Festabendmahlzeiten und die Darbringung des Bechers und die Austeilung der κλάσματα wiederzufinden. Jedoch scheint sowohl bei der Schilderung des Psalmensingens als bei Segnung und Austeilung von Brot und Wein der Text verdorben zu sein. Denn es fehlt die Segnung des Brotes, die nach dem »in gleicher Weise« zu erwarten ist, und es fehlt ebenso die Austeilung des Bechers. Auf Einzelheiten kann ich aber in diesem zusammenfassenden Bericht nicht mehr eingehen. Nur die Hauptbestandteile der Feier nach diesem Bericht seien kurz aufgeführt:

1. Das Hineinbringen der Lampen, eine auch von Tertullian für die Agapen bezeugte Sitte,
2. die feierliche Begrüßung und die Einleitung des Dankgebets,
3. die Gestaltung des Dankgebets zu einem Dank sowohl für das erschaffene natürliche Licht als für das Licht, das Jesus Christus der Welt gebracht hat — mit offenbarer Rücksicht auf den Charakter einer Sabbatabendfeier,[2]
4. die Mahlzeit selbst,
5. die Gebete der Kinder und Jungfrauen,
6. der Psalmengesang[3], vom Diakon angestimmt, vom Presbyter (wie es scheint, nach Auswahl des Bischofs) fortgesetzt, vom Bischof unter Darbringung des Bechers abgeschlossen.

---

[1] Vgl. meine Abhandlung über »Tischgebete und Abendmahlsgebete« in der altchristlichen und in der griechischen Kirche (T. N. N. F. XIV, 2b) und meine Ausgabe von Athanasius, περὶ παρθενίας (ebenda XIV, 2a).

[2] Schon die Juden kannten den Lichtsegen »Gelobet sei, der da geschaffen hat ein leuchtendes Licht«, eine Zeremonie am Sabbatanfang und Sabbatschluß. Am Sabbatabend wurde dabei eine Weinspende auf den Boden gegossen und der Rest den Kindern zu trinken gegeben. Aus späterer Zeit sind zu vergleichen die εὐχαὶ λυχνικοῦ der griechischen Kirche, die sowohl im ἑσπερινός als in der λειτουργία τῶν προηγιασμένων gebraucht wurden und sehr ähnliche Formeln enthalten (vgl. Goar, Euchologium Magnum S. 44. 45. und Brightman, Liturgies eastern and western I S. 340. 347. und die ἐπιλύχνιος εὐχαριστία jedes ἑσπερινός, die schon Basilius (Migne P. g. XXXII col. 203) kennt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sowohl die Liturgie des ἑσπερινός als die τῶν προηγιασμένων in solchen Sabbat-Eucharistiefeiern ihren Ursprung haben.

[3] Es sind zweifellos die in der K. O. Zar. Jakobs aufgeführten und schon beim Passah üblichen Ps. 111 ff. gemeint.

7. das Responsorium des Volks am Schluß der Psalmen: wir preisen Ihn usw..[1]
8. Danksagung über dem Becher (ursprünglich dem Brot?) und Austeilung,

Außer den kurzen isolierten Eucharistiegebeten der Didache besaßen wir bisher keinen Bericht, der mit solcher Ausführlichkeit den Verlauf einer altchristlichen Gemeindemahlzeit schilderte. In der Sonntagseucharistie werden die Gedanken der christlichen Erlösung und der Gegenwart des Herrn mehr in den Vordergrund getreten sein. Am Sabbatabend feierte man dagegen die Schöpfung. So erklärt es sich auch, daß gerade in der ägyptischen Kirchenordnung im Dankgebet der Sonntagseucharistie nur der Dank für die Erlösung zum Ausdruck kommt, nicht, wie sonst, für Schöpfung und Erlösung. Es ist augenscheinlich die Sabbatfeier vorausgesetzt.

Ob in irgendeiner Weise auch hier die Gemeindeordnung Hippolyts als Grundlage des Berichts vorauszusetzen ist, läßt sich nicht sagen. Aber es ist das durchaus nicht unwahrscheinlich. Das Lichtgebet hat in seinem Aufbau Ähnlichkeiten mit den Taufgebeten, und der Kontext, in den sich dieses Fragment eingefügt findet, läßt den Hippolytischen Ursprung vermuten. Jedenfalls haben wir eine bis ins zweite Jahrhundert zurückreichende Form der Agapenfeier vor uns, die in ihren Grundbestandteilen die noch viel ältere Eucharistieform veranschaulicht.

Nr. 6. Das sogenannte Aposteldekret und Fragmente der Didache.

Der dritte Teil des orientalischen Rechtsbuchs wiederholt in andrer Rezension noch einmal dasselbe Material, welches im zweiten Teil, der sogenannten Äg. K. O., schon gegeben war; es ist eine kürzere Form des VIII. Buches der apostolischen Konstitutionen. Hier findet sich nun im äthiopischen Text zwischen C. A. VIII. 1. 2 und VIII, 3 ein Einschub mit den obengenannten Stücken, abgeschlossen aber durch den Schlußsatz der Äg. K. O. Man kann also zweifeln, ob die Fragmente ursprünglich an der Spitze von C. A. VIII. 3 oder am Schluß der Äg. K. O. standen. Der Schlußsatz sowohl wie der Kontext beweisen das letztere: denn der Schluß der Äg. K. O. in der äthiopischen Form (Horner S. 185. 13 ff.) redet von dem Halten der διδαχὴ τῶν ἀποστόλων. Dieser Ausdruck war das Stichwort, welches das Einschieben der Didachefragmente an dieser Stelle veranlaßte. Auch der

[1] Das Responsorium erinnert in seinem zweiten Satz an eine jüdische Tischsegensformel: »Gelobet sei der Herr unser Gott — alles entsteht durch sein Wort.«

eigentümliche Zusatz, den wir beim Aposteldekret finden, hat in den dort am Schluß stehenden Anordnungen über das Passahlamm eine Anknüpfung.

a) Das sogenannte Aposteldekret.

Nach Horners englischem Text muß der griechische Wortlaut etwa folgender gewesen sein:

Ἀπέχεσθε δὲ ἀπὸ τῆς θρησκείας λατρείας? τῶν δαιμόνων καὶ ἀπὸ εἰδώλων καὶ ἀπὸ νεκρῶν ἀπέχου καὶ αἵματος καὶ πνικτῶν· καὶ πάλιν ὀστοῦν οὐ συντριβήσεται.

Die reiche Sammlung der Textformen des Aposteldekrets von G. Resch (Texte und Unters. N. F. XIII. 3) enthält diese Form nicht. Das ἀπὸ εἰδωλοθύτου der übrigen Texte erscheint hier genauer spezialisiert, das ἀπὸ νεκρῶν hinzugefügt, und der Satz: ὀστοῦν οὐ συντριβήσεται nach Joh. 19. 36 (bzw. Ps. 34. 21. Ex. 12. 10. 46. Num. 9, 12) ist in diesem Zusammenhang ganz singulär. Die Form in der Didache VI, 3 ist viel kürzer; dagegen darf Hom. Clem. 7. 8 verglichen werden: τραπέζης δαιμόνων μὴ μεταλαμβάνειν, λέγω δὴ εἰδωλοθύτων, νεκρῶν, πνικτῶν θηριαλώτων. Über den Ursprung dieser jedenfalls sekundären Formel ist nichts auszumachen. Der Zusammenhang mit den Didachefragmenten, die darauf folgen, ist aber beachtenswert.

b) Didache XI—XIII und VIII.

Der Didachetext ist im wesentlichen derselbe wie im Cod. Bryennius (M). Ich sehe daher von einem vollständigen Abdruck ab und notiere nur in griechischer Wiedergabe mit der Hornerschen Übersetzung folgende Abweichungen des äthiopischen Textes (E):

XI, 4 E om.: δεχθήτω ὡς κύριος.

XI, 5 add.: p. ἡμέραν: ἢ τὴν ἄλλην und liest dann statt ἄλλην: τρίτην und schließt mit ἐὰν μείνῃ περισσότερον.

XI, 6 fehlt in E.

XI, 7 lautet in E: καὶ πᾶς προφήτης ὁ λαλῶν ἐν πνεύματι πειρασθήτω καὶ διακριθήτω (doch weichen die äthiopischen Handschriften selbst stark voneinander ab): E om.: αὕτη δὲ ἁμαρτία οὐκ ἀφεθήσεται.

XI, 11 lautet in E: καὶ πᾶς προφήτης δεδοκιμασμένος ἀληθινός, ὃς ποιῶν (εἰς?) συναγωγὴν ἐκκλησίαν?) ἀνθρώπων ποιεῖ παρανόμως, οὐ κριθήσεται κ. τ. λ. (eine Paraphrase des unverstandenen Ausdrucks).

XI, 12 E: χρυσὰ statt ἀργύρια: ἐὰν δὲ περὶ ἄλλον εἴπῃ δοῦναι oder δὸς αὐτῷ om. ὑστερούντων.

XII, 1 E: καὶ πάντα ἐρχόμενον ἐν. ὀν. τ. κ. δέχεσθε

XII, 2 E om.: ὁ ἐρχόμενος – παρὰ τὴν ἄλλην ἡμέραν καὶ τὴν τρίτην. om. ἐὰν ᾖ ἀνάγκη

XII, 3 lautet in E: ἐὰν δὲ ἔχῃ ἀνάγκην καὶ θέλῃ, μενέτω πρὸς ὑμᾶς. εἰ ἔχει τέχνην ἵνα ἐργάσηται, ἐὰν δὲ μὴ ἐργάσηται, οὐ βοηθεῖσθω.

XII, 4 E: εἰ δὲ οὐκ ἔχει τέχνην καὶ οὐκ ἐργάζεται κατὰ τὴν σύνεσιν κ.τ.λ. = M.: E om. χριστιανός.

XIII, 1 E add. am Schluß: ἔπειτα βοηθεῖτε αὐτόν.

XIII, 2 fehlt in E: vielleicht hat es in der Tat im Urtext gefehlt, da der διδάσκαλος sonst hier nicht erscheint.

XIII, 6 hinter τοῦ ἐλαίου fügt E: καὶ μέλιτος hinzu und liest τοῖς πτωχοῖς statt τοῖς προφήταις.

XIII, 7 E add.: τοῦ κυρίου p. ἐντολήν.

VIII steht hier hinter Kap. XIII, vielleicht an ursprünglicher Stelle, weil so die Abschnitte περὶ βαπτίσματος (VII) und περὶ εὐχαριστίας (IX) dicht aneinanderrücken: auch dem Kontext nach paßt die Fastenbestimmung gut in diesen Kontext. E liest: Your fast also shall not be as the hypocrites statt: αἱ δὲ νηστεῖαι ὑμῶν μὴ ἔστωσαν μετὰ τῶν ὑποκριτῶν: dann setzt E wunderbarerweise ἑσπέραν statt παρασκευὴν voraus.

VIII, 2 E om.: αὐτοῦ p. εὐαγγελίῳ. Der Text des Vaterunsers und VIII, 3 fehlen. — Dieser Text der Didache wird als der einzige Textzeuge für diese Kapitel neben dem Cod. Bryennius weitere Beachtung verdienen.

Nr. 7. Anordnungen über die Plätze im Gottesdienst der Gemeinde.

Das dritte Fragment entspricht dem XII. Kapitel der syrischen Didaskalia (ed. Achelis-Flemming S. 68—70) und dem lateinischen Fragment im Cod. Veronensis (Can. XXIX und XXX ed. Hauler S. 42—43), stimmt aber mit keinem dieser Texte genau überein. Es lautet in deutscher Übersetzung der englischen Übertragung Horners:

1. »Und in Euren Kirchen, Ihr Presbyter und Diakonen, und »bei jeder Belehrung (at all teaching) der Gemeinde des Sabbats, »machet einen Platz für die Brüder, nachdem Ihr darüber Anordnung

Zu 1. Der erste Satz ist kürzer gefaßt als der entsprechende Satz der syrischen Didaskalia. Die Anrede »Ihr Presbyter und Diakonen« ist hier hinzugefügt, aber die Sitzordnung für Bischof, Presbyter und Diakonen (Achelis S. 68, 12—27) fehlt vollständig, kann aber auch gut entbehrt werden, denn es schließt sich der nächste Satz (2) vorzüglich an das Vorhergehende an.

»getroffen mit allem Fleiß und aller Sorgfalt. 2. Wenn aber einer ge»funden wird, der außerhalb seiner Ordnung sitzt, so soll er zurecht»gewiesen werden, weil unser Herr die Kirche verglichen hat mit »seiner Wohnung (*b*) [oder: weil er entweiht hat die heilige Kirche, die »Wohnung Gottes]. 3. Und es ist das so, als wenn wir die Tiere sehen, »die nicht sprechen, Ochsen und Pferde und Ziegen und Schafe, nach »ihren vorhandenen Arten: wenn sie wach sind, so käuen sie wieder »und trennen sich nicht von ihrer eigenen Gattung. 4. Ebenso auch »in der Kirche sollen die Jünglinge beieinander sitzen, wenn Platz da »ist, und wenn kein Platz ist, sollen sie stehen; und die älteren Leute »sollen für sich sitzen und wenn sie Kinder haben, laß sie die halten »auf ihren Armen. 5. Ferner sollen die Jungfrauen für sich sitzen, wenn »aber kein genügender Raum da ist, sollen sie stehen, vorne, vor den »andern Frauen. Die, welche Kinder bei sich haben und sind ver»heiratete Frauen, sollen für sich sitzen. Ebenso die Greisinnen (?) »(und die Witwen) sollen für sich sitzen.«

6. »Wenn Brüder oder Schwestern von andern Gemeinden hinein»kommen, so soll der Diakon kommen und Erkundigung anstellen, »ob eine einen Gatten hat oder ob sie etwa eine Witwe ist: dann »soll er sie eintreten lassen und sie an abgesonderten Plätzen sitzen »lassen.«

Zu 2. Die Anordnung ist wieder kürzer gefaßt als die in der syrischen Didaskalia. Der Diakon ist nicht namhaft gemacht und die Begründung lautet jetzt anders. Die Lesart *b* kommt der in der Didaskalia am nächsten, und weil im folgenden von den Tieren die Rede ist, so mag der syrische Text »mit einer Hürde« auch im Äthiopischen der ursprüngliche gewesen sein. Die oben eingeklammerte Form der jüngeren äthiopischen Handschriften ist als Verdeutlichung erst aus *b* entstanden.

Zu 3. Beachtenswert ist die Hinzufügung der »Pferde« in unserm Text und das Weglassen des zweiten Gleichnisses von den Tieren des Feldes (Flemming S. 69, 1 und 2).

Zu 4. Nach der Didaskalia sind größere Kinder vorausgesetzt, die bei ihren Eltern stehen; nach E. sollen sie auf den Arm genommen werden.

Zu 5. Nach Horners Übersetzung hätten die Jungfrauen vorne vor (in front of) den andern Frauen zu stehen, in der Didaskalia hinter ihnen. Im letzten Satz hat Horner zweimal widows und will unter gewöhnlichen Witwen und kirchlichen »Witwen« unterschieden wissen. Hier bietet der syrische Text jedenfalls das Ursprüngliche: »Greisinnen und Witwen«. Der Satz über die Pflichten des Diakons (Flemming 69, 12—18) fehlt wieder vollständig in unserm Text und nimmt sich auch neben 68, 28 als eine überflüssige Wiederholung aus.

Zu 6. Der Text erscheint hier entschieden ursprünglicher als der in der Didaskalia und der im Cod. Veronensis (L) (ed. Hauler S. 42), der von dieser Stelle an als dritter Textzeuge hinzukommt. Beachtenswert ist, daß nach unserm Text der Diakon nur den »Zivilstand« erfragt aber nichts über den »Glauben«. Dagegen haben L und Δ nicht nur den Zusatz »eine gläubige«, sondern auch die Frage: si de ecclesia est et non de haeresi. Eine solche Wendung kann nur Zusatz, nicht spätere Auslassung sein So offenbart sich auch hier unser Text als der ältere.

7. »Die Presbyter sollen ebenfalls an ihren besonderen Plätzen sitzen. »Und wenn ein anderer Presbyter hineinkommen sollte von den Distrik»ten, so sollen sie ihn empfangen an dem Platz, der sich für ihn ziemt.«

8. »Und wenn irgendein andrer Mann oder Frau in Laientracht »(zu lesen: in vornehmer Tracht) kommt oder ein Mann von dem »Distrikt oder von anderen Distrikten, die Brüder sind, so sollst du, »o Presbyter, während du das Wort sprichst, das Gott betrifft, oder »während du hörest oder liesest, nicht auf die Person Rücksicht »nehmen, noch deinen Dienst verlassen, um Plätze für sie anzuordnen, »sondern sollst ganz ruhig bleiben: denn die Brüder sollen sie will»kommen heißen und wenn sie keinen Platz für sie haben, so soll »der, welcher Liebe hat von den Brüdern oder Schwestern, aufstehen »und ihnen Platz machen.

9. »Wenn aber junge Leute da sind, die da sitzen bleiben, wäh»rend ältere Leute aufstehen, so sollen sie Platz machen. Und wenn »du, o Diakon, unter denen, die sitzen bleiben, einen jungen Mann »oder eine Jungfrau bemerkst, so laß sie aufstehen und laß den Mann »oder die Frau, die ihren Platz verließen, sich niedersetzen und dann, »wenn du sie zum Aufstehen veranlaßt hast, lasse sie außerhalb der »Kirche an der Tür stehen, damit andere sich daran eine Lehre nehmen »und Platz machen für ältere Leute.«

10. »Suche die Kirchen (wörtlich: Häuser) geräumig zu machen.«

11. »Und wenn ein armer Mann oder Frau, sei es der Gemeinde, »sei es von einer andern Gemeinde, hineinkommen sollte und kein

Zu 7. Hier bringt E mit einem einzigen Satz eine Bestimmung über den Platz der Presbyter, der in Δ wegen des Vorangegangenen (Flemming 68, 12 ff.) hier fehlt. Der ganze folgende Abschnitt über die Ehrenvorrechte eines Bischofs (Flemming 69, 26—35) fehlt. Auch im folgenden kennt unser Text nur den Presbyter, nicht den Bischof.

Zu 8. Die Wendung »irgendein andrer« kann nur heißen »der nicht Presbyter ist«. Damit ist wieder der unmittelbare Anschluß dieses Satzes an den Satz über den Presbyter klar. Horner übersetzt nun »in lay dress«. Ich möchte vermuten, daß hier vielmehr ein Ausdruck stand, der die Vornehmheit der Kleidung hervorhob, also »mit der Toga bekleidet« od. dgl. Nur das gibt im Kontext einen Sinn und stimmt zu der allgemeinen Umschreibung ›denen Ehre in der Welt gebühret‹ (A) oder: honorabilior secundum saeculum (L). Der übrige Inhalt der Verordnung ist genau derselbe wie in der Didaskalia, nur mit dem sehr bedeutsamen Unterschied, daß der Presbyter, nicht der Bischof als Leiter der Gemeinde fungiert. Das spricht für ein hohes Alter dieser Textform.

Zu 9. Auch diese Verordnung stimmt wesentlich mit Flemmings Text 70, 2—19 überein; nur sollen die Ungefälligen nicht nur hinten, sondern außerhalb des Hauses an der Tür stehen.

Zu 10. Dieser interessante Satz fehlt in der Didaskalia ganz. Wir haben es augenscheinlich mit einer Zeit zu tun, da Platzmangel sich überall in den kleinen alten Versammlungsräumen geltend machte.

Zu 11. Der Text korrespondiert mit Flemming 70, 19—25 mit geringen Abweichungen: nur ist statt des Bischofs wieder der Presbyter angeredet.

»Platz für sie da ist, so mache du, Presbyter, Platz für sie mit deinem »ganzen Herzen, selbst wenn du auf dem Boden sitzen müßtest, damit »kein Ansehen der Person der Menschen sei, sondern allein Gottes.«

12. »Und wenn wir etwas ausgelassen haben, unsere Brüder, so »wird Gott es den Würdigen offenbaren, denn er steuert die heilige »Kirche zur Ruhe und zum Hafen.«

Zu 12. Der Schlußsatz stimmt wörtlich mit dem der ägyptischen Kirchenordnung überein (vgl. Horner S. 186. 266. 332); er scheint ursprünglich auch den Schluß von Hippolyts Kirchenordnung gebildet zu haben, denn er ist in der Äg. K. O. mit polemischen Wendungen verbunden, die auf Hippolyts Situation deuten.

Im vorstehenden ist uns also ein Stück einer Kirchenordnung erhalten, die älter zu sein scheint als der entsprechende Passus in der Didaskalia und der sicher viel älter ist als der Abschnitt in den C. A. II. 57. Der Vergleich der Textformen ist lehrreich für die kirchliche Entwicklung, in welcher der Klerus und seine Rangstufen immer maßgebender in den Vordergrund treten. Besonders auffällig ist in der hier gebotenen Textform, daß der Bischof ganz fehlt. Sollten wir es mit Anordnungen Hippolyts zu tun haben, aus der ersten Zeit der Lostrennung vom römischen Bischof, da er als »Presbyter« die Gemeindeversammlungen leitete? Andernfalls müßten wir in der Datierung bis in das zweite Jahrhundert zurückgehen. Das Zusammenstehen mit den Didachekapiteln läßt ein sehr hohes Alter auch dieser Stücke wahrscheinlich erscheinen. Handelte es sich um eine ἐπιτομή aus der Didaskalia, so müßte sie ganz anders aussehen: der Bischof wäre schwerlich beseitigt worden, ebensowenig der Satz wegen der Zugehörigkeit zu einer Häresie. Die Einfügung der Sonderstücke in der Didaskalia ist sehr begreiflich: ihre Auslassung wäre nicht zu erklären. So reiht sich das Fragment würdig den anderen Stücken aus der ältesten Zeit christlicher Kirchenordnungen an.

Auf eine alte Homilie über die Pflicht der Christen, Sabbat und Sonntag zu feiern, die sich im äthiopischen Text nach Horner S. 211 bis 213 eingeschoben findet, kann ich in diesen Mitteilungen nicht mehr eingehen.

Ein Brief Kants.

Mitgeteilt von B. Groethuysen
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Dilthey am 18. Januar 1906 [s. oben S. 37].)

Kant an Lindner.

Hochedelgebohrner Herr
Hochzuehrender Herr Magister

Ich bediene mich der Bereitwilligkeit des Herren Behrens Ew: Hochedelgeb: vor die gütige attention die Sie mehrmalen in Ansehung meiner zu äussern beliebt haben meinen verbindlichsten Dank abzustatten um desto mehr da ich das Glück einen so würdigen u schätzbaren Freund an ihm erlangt zu haben zum Theil der Idee beymesse die Sie wie ich vermuthe nach Ihrer gütigen Art ihm von mir zum voraus werden gegeben haben. Ich erkenne die Empfehlungen der von Riga hieher geschickten Studierenden als eine Verbindlichkeit die mir auferlegt ist von ihrem Betragen Rechenschaft oder Nachricht abzustatten und kan in ansehung der Herren Schwartz u Willmsen dieses auf eine mir und Ihnen angenehme Art thun indem diese beyde Herren den AnfangsEifer der gemeinhin nicht lange zu dauren pflegt mit so viel regelmässigkeit souteniren dass ich von ihnen die besten Folgen erwarte. Ich wünsche dass ich von Herren Holst auch rühmen könte dass er ausser seiner allgemeinen Gefälligkeit wodurch er sich liebe erwirbt auch durch eben dergleichen Tüchtigkeit in Ansehung der HauptAbsicht seines Hierseyns bedacht wäre Ansprüche auf wahre Hochachtung zu machen. Ich weis nicht welche kleine Verleitungen oder entbehrliche Zeitkürzungen ihn abziehen mögen allein meiner Meinung nach würde es etwas zur Abhelfung dieser Hindernisse beytragen wenn man es gut fände dass er in unserer Gesellschaft darin HE Schwartz speisst gleichfals speisen möchte. Denn weil er daselbst alle Tage exponirt wäre mir Rechenschaft zu geben so würden die Ausflüchte bald alle erschöpft seyn.

Ich bin recht sehr erfreut von jedermann zu erfahren dass Ew: Hochedelgeb. gewusst haben ihre Verdienste auf einem Schauplatze wo man vermögend ist sie zu schätzen und zu belohnen zu zeigen und dass es Ihnen gelungen ist sich über die elende Buhlereyen um den Beyfall und die abgeschmakte EinschmeichelungsKünste hinweg zu setzen

welche hier grossthuerische kleine Meister die höchstens nur schaden können denen auferlegen welche gerne ihre Belohnung verdienen und nicht erschleichen möchten. Ich meines Theils sitze täglich vor dem Ambos meines Lehrpults und führe den schweeren Hammer sich selbst ähnlicher Vorlesungen in einerley tacte fort. Bisweilen reitzt mich irgendwo eine Neigung edlerer Art mich über diese enge Sphäre etwas auszudehnen allein der Mangel mit Ungestühmer Stimme so gleich gegenwärtig mich anzufallen und immer wahrhaftig in seinen Drohungen treibt mich ohne Verzug zur schweren Arbeit zurück — — intentat angues atque intonat ore.

Gleichwohl vor den Ort wo ich mich befinde und die kleine Aussichten des Überflusses die ich mir erlaube befriedige ich mich endlich mit dem beyfalle womit man mich begünstigt und mit den Vortheilen die ich daraus ziehe, und träume mein Leben durch.

Alhier zeigte sich neulich ein Meteorum auf dem academischen Horizont. Der M. Weymann suchte durch eine ziemlich unordentlich und unverständlich geschriebene dissertation wieder den Optimismus seinen ersten Auftritt auf diesem Theater welches eben so wohl als das Helferdingsche Harlequins hat solenn zu machen. Ich schlug ihm wegen seiner bekannten Unbescheidenheit ab ihm zu opponiren aber in einem programmate welches ich den Tag nach seiner dissertat: austheilen lies und das HE Behrens zusamt einer oder der andern kleinen Piece Ihnen einhändigen wird vertheidigte ich kürzlich den optimismus gegen Crusius ohne an Weymann zu denken. Seine Galle war gleichwohl aufgebracht. Folgenden Sontag kam ein Bogen von ihm heraus darinn er sich gegen meine vermeinten Angriffen vertheidigte und den ich künftig übersenden werde weil ich ihn jetzo nicht bey hand habe. voller Unbescheidenheiten Verdrehung u. d. g.

Das Urtheil des Publici und die sichtbare Unanständigkeit sich mit einem Cyclopen auf Faustschläge einzulassen und überhaupt die Rettung eines Bogens der vielleicht wenn seine Vertheid[ig]ung herauskomt schon unter die vergessene Dinge gehört geboten mir auf die anständigste Art das ist durch schweigen zu antworten. Das sind unsere grosse Dinge wovon wir kleine Geister uns wundern dass draussen nicht mehr davon gesprochen wird.

Herr Freytag Prof: Kypke D. Funck alles was sie kennt und eben darum liebt grüssen sie aufs verbindlichste.

Ich wünsche und hoffe dass es Ihnen auf alle Art wohl gehe und bin mit wahrer hochachtung

Koenigsb:
den 28. Oct:
1759.

Ew: Hochedelgeb:
ergebenster treuer Diener
Kant.

Der vorliegende Brief[1], der früheste Brief den wir von Kant besitzen, — aus der zeitlich vorausgegangenen Korrespondenz sind nur zwei Begleitschreiben bei Übersendung von Büchern und einige offizielle Schriftstücke gedruckt —, gibt einen schönen Beitrag zur Erkenntnis der Art des jungen Kant und klärt uns auf über die Entstehung von Kants »Versuch einiger Betrachtungen über den Optimismus«.

D. Weymann habilitierte sich am 6. Oktober in Königsberg mit einer Dissertation »De mundo non optimo«. Die Dissertation ist Crusius gewidmet und vertritt dessen ablehnenden Standpunkt in der Frage des Optimismus. Weymanns Argumente gegen den Optimismus sind im wesentlichen folgende:

Die Vollkommenheiten jeder Welt lassen sich ins Unendliche vermehren. Daher ist es willkürlich, eine Welt als die vollkommenste zu setzen. Setzt man eine Welt mit einer begrenzten Zahl Vollkommenheiten als die beste, so gibt man zu, daß es andere Welten geben kann, mit mehr Vollkommenheiten, was der Voraussetzung, daß diese Welt die vollkommenste ist, widerspricht. Argumentiert aber der Gegner, Gott hätte kraft seiner Allweisheit und Allmacht die beste Welt schaffen müssen, so leugnet er damit die Freiheit des göttlichen Willens. Es ist der Einwand Bayles gegen Leibniz. Am 5. Oktober reichte nun Kant den »Versuch einiger Betrachtungen über den Optimismus« der Zensur ein: sie erschien mit dem Datum des 7. Oktobers. Kant verteidigt darin den Optimismus. Es muß eine Welt geben, über die sich nicht noch eine bessere denken läßt: sonst hat Gott unmöglich die Erkenntnis aller möglichen Welten haben können. Nun könnten aber zwei oder mehrere Welten gleich vollkommen sein. Das ist aber unmöglich. Die absolute Vollkommenheit liegt in dem Grade der Realität. Realität und Realität können nun niemals als solche unterschieden sein. Unterscheiden sich zwei Dinge voneinander, so ist in dem einen etwas, was in dem anderen nicht ist, d. h. also etwas Negatives. Also wird nicht Realität mit Realität verglichen: der Unterschied liegt vielmehr in Negationen, Abwesenheiten, Schranken, d. h. Realitäten unterscheiden sich nicht in Ansehung ihrer Beschaffenheit, sondern ihrer Größe. Unterschiedene Dinge

[1] Das Original des Briefes befindet sich in Paris in der Bibliothèque Victor Cousin (Direktor: M. Chambon). Eine Photographie davon wurde auf Veranlassung von M. Châtelain von der Académie des Sciences Morales et Politiques der Berliner Akademie übermittelt. Bei meinen Recherchen, die zur Auffindung des vorliegenden Briefes führten, wurde ich in zuvorkommenster Weise von Hrn Émile Boutroux unterstützt. — Der Brief Kants ist eine Antwort auf einen Brief Lindners. Der Brief Lindners liegt — wahrscheinlich — gedruckt nicht vor: er wäre einzuschieben zwischen den Briefen Lindners Nr. 10 und Nr. 12 der Akademieausgabe von Kants Schriften.

können also nie einerlei Grad der Realität haben. Es kann also nicht zwei Welten geben, die gleich vollkommen wären.[1]

Nun macht der Gegner aber den Einwand, die vollkommenste aller Welten sei wie die größte aller Zahlen ein widersprechender Begriff, die Realitäten ließen sich wie die Zahlen immer vermehren. Die angeführte Instanz paßt aber nicht. Im Gegensatz zu einer endlichen Zahlengröße ist der Grad der möglichen Vollkommenheiten der Welt durchgängig bestimmt. Es ist eine bestimmte Größe festgesetzt, die den Unterschied der unendlichen Realität Gottes und der höchst möglichen Realität der Welt ausmacht. Zum Schluß wendet sich Kant gegen die Annahme einer Freiheit, vermöge deren das höchste Wesen unter viel Besserem das Schlechtere auswählen könnte. Vielleicht ist es ja »ein Zwang des Willens und eine Notwendigkeit, welche die Freiheit aufhebt, nicht umhin zu können, dasjenige zu wählen, was man deutlich und richtig fürs Beste erkennt«. Wenn hier aber auch zwei Scheidewege in einem Labyrinth von Schwierigkeiten sind, so entscheidet sich Kant für eine gütige Notwendigkeit und gegen eine Freiheit, die trotz aller Aussprüche der Weisheit dem Übel gebietet, daß es etwas sei.

Auf diese Ausführungen Kants erwidert Weymann in der »Beantwortung des Versuchs einiger Betrachtungen über den Optimismus«. Die Schrift liegt am 13. Oktober der Zensurbehörde vor und erscheint mit dem Datum des 14. Oktober. Weymann glaubt, Kant habe gegen ihn polemisiert. Er wundert sich darüber, daß Kant »seine wiederholte Einladung zu einer öffentlichen und mündlichen Untersuchung so schlechterdings habe abschlagen können«. Er verwahrt sich dagegen, daß er an Stelle der Vernunft, Gott eine blinde Freiheit zugeschrieben, und daß Gott nach seiner Meinung eine schlechtere Welt der besseren vorgezogen habe. Er will nur sagen, daß aus der Endlichkeit der Welt notwendig folgt, daß sich der Grad der Realität

[1] In diesem Teil seiner Ausführungen erwähnt Kant A. F. Reinhard. 1753 hatte die Berliner Akademie für das Jahr 1755 folgende Preisaufgabe gestellt. On demande l'examen du système de Pope contenu dans la proposition: Tout est bien. Gefordert war die Bestimmung des Sinnes dieser Hypothese, ein Vergleich mit Leibnizens System des Optimismus, endlich die Anführung von Gründen, die das System Popes stützen oder bekämpfen könnten. A. F. Reinhards Abhandlung »Le système de M. Pope sur la perfection du monde comparé à celui de M. Leibniz avec un examen de l'Optimisme pour satisfaire au problème proposé par l'Academie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin pour le Prix de l'Année 1755« erhielt den Preis. Reinhard will den Optimismus widerlegen und ein System, das auf der souveränen Freiheit Gottes begründet ist, beweisen. Er bestreitet nun, daß eine einzige Welt in jeder Hinsicht die vollkommenste aller Welten sei. In der einen Welt könnten ja Realitäten sein, die in der anderen nicht sind, und doch könnten die Summen dieser Realitäten gleich sein. (Vgl. A. Harnack, Gesch. d. Königl. Preuß. Akad. d. Wiss. I, 404 ff.)

immer vermehren läßt, und Gott daher den Grad der Realitäten nach einem Endzweck freiwillig hat bestimmen müssen. Nach weiteren Ausführungen über die Freiheit Gottes kommt WEYMANN auf die eigentlichen Argumente KANTS zu sprechen. KANT hat behauptet, daß, wenn keine Welt gedacht werden kann, über die sich nicht noch eine bessere denken läßt, Gott unmöglich die Erkenntnis aller möglichen Welten hätte haben können. Dagegen argumentiert WEYMANN, daß eine Welt, über die sich keine bessere denken ließe, alle Realitäten habe, d. h. eben unendlich sei. Nach polemischen Ausführungen gegen KANTS Definition der Vollkommenheit wendet sich WEYMANN zu KANTS Einwand gegen die Annahme zweier gleich vollkommenen Welten: Leugnet man, daß Realitäten als solche unterschieden werden können, so leugnet man alle »essentialiter diversa«: Raum und Zeit fallen dann zusammen.

Wie nun aus dem Briefe KANTS an LINDNER hervorgeht, so hat sich WEYMANN in seiner Annahme, KANT habe gegen ihn polemisiert, geirrt. KANT hat den Optimismus gegenüber CRUSIUS verteidigt. Bei dem engen Anschluß WEYMANNS an CRUSIUS ist der Irrtum begreiflich. CRUSIUS hatte behauptet (vgl. CRUSIUS, Entwurf der notwendigen Vernunftwahrheiten, inwiefern sie den zufälligen entgegengesetzt werden. 2. Aufl. Leipzig 1753, § 386): Jede Welt ist notwendig endlich, folglich auch ihre Vollkommenheit: Gott kann also beständig noch mehr Vollkommenheiten hinzusetzen: also ist eine beste Welt, in der alle nur möglichen Vollkommenheiten wären, unmöglich. Wie schon erwähnt, erwidert KANT darauf, daß sich eben die Vollkommenheit nicht beliebig vermehren ließe, daß hier kein kontinuierlicher Übergang vom Endlichen zum Unendlichen stattfinde, sondern zwischen Gott und der Welt eine Kluft bestehen muß, und diejenige Welt eben das Vollkommenste unter allem was endlich ist, ist »die sich auf derjenigen Sprosse von der Leiter der Wesen befindet, wo die Kluft anhebt, die die unermeßlichen Grade der Vollkommenheit enthält, welche den Ewigen über jedes Geschöpf erheben«. Will man aber, so führt CRUSIUS (a. a. O. § 388) weiterhin aus, zur Begründung des Optimismus behaupten, Gott habe vermöge seiner Allwissenheit und Weisheit notwendig die beste Welt erschaffen müssen, so ist zunächst darauf zu erwidern, daß dieser Schluß nichts beweist, da es ja nach dem Vorhergehenden nicht möglich ist, daß eine Welt die beste sei. Abgesehen davon müßte man diese Behauptung schon deswegen verwerfen, weil dadurch Gott die libertas contrarietatis, nach der er eine Handlung so oder anders einrichten kann (§ 307), abgesprochen würde. KANT erwidert darauf, daß, wenn man durchaus unter Irrtümern wählen soll, er sich lieber für eine gütige Notwendigkeit entscheide als

für eine Freiheit, die das Beste unter dem, was zu schaffen möglich war, ins ewige Nichts verbannt.[1]

Was Kant zum Verteidiger des Optimismus machte, waren nicht logische Deduktionen. Die Welt war für ihn kein logischer Begriff. Ausgehend von dem naturwissenschaftlich-astronomisch gefaßten Weltsystem denkt er sich unermeßliche Räume und Ewigkeiten, die »wohl nur vor dem Auge des Allwissenden die Reichtümer der Schöpfung in ihrem ganzen Umfange eröffnen«. Dieses Ganze ist das Beste, und alles ist um dieses Ganzen willen gut. Der Wert des einzelnen Menschen liegt in seiner Einordnung in diesen Weltenplan. Von diesem Grundgefühl aus vermag er nicht, wie die anderen, die engen Verhältnisse, die kleinen Ereignisse in seiner Umgebung mit jener schwerfälligen Gewichtigkeit zu betrachten. Mit einer gewissen resignierten Selbstironie fügt er sich in die kleinen Verhältnisse. Für diesen leisen Humor, der eben in letzter Linie aus dem Gegensatz entspringt, in den das Bewußtsein, sich als Glied des Kosmos zu fühlen, mit den Kleinigkeiten des Lebens tritt, ist der Brief ein schönes Beispiel. Wie dann das Leben durch die Moral seine ihm eigene transzendente Würde, die gleiche Erhabenheit erhält wie der Sternenhimmel über mir, das liegt auf der großen Entwickelungsreihe in Kants Leben.

---

[1] Es sei hier das Urteil Hamanns über den Optimismusstreit erwähnt, wie es uns in einem Brief Hamanns an Lindner vom 12. Oktober 1759 vorliegt: »Magister Weymann hat hier de mundo non optimo disputiert. Ich habe blos hineingeguckt in seine Dissertation, und die Lust verging mir sie zu lesen; ich ging ins Auditorium, und die Lust verging mir zu hören. Bleib zu Hause, dachte ich, damit Du Dich nicht ärgern darfst, und sich andere an dir nicht ärgern. Herr Mag. Kant ist zu opponiren ersucht worden, hat es aber verbeten, und dafür eine Einladungsschrift zu seinen Vorlesungen, über den Optimismus, drucken lassen, die ich für Sie aufhebe. Er hat mir auch ein Exemplar davon zugeschickt. Seine Gründe verstehe ich nicht, seine Einfälle aber sind blinde Jungen, die eine eilfertige Hündin geworfen. Wenn es der Mühe lohnte, ihn zu widerlegen, so hätte ich mir wohl die Mühe geben mögen, ihn zu verstehen.«

Arithmetische Untersuchungen über endliche Gruppen linearer Substitutionen.

Von Dr. Issai Schur.
Privatdozent an der Universität zu Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Frobenius am 11. Januar 1906 [s. oben S. 1].)

Eine endliche Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h, deren Elemente in k Klassen konjugierter Elemente zerfallen, besitzt, wie Hr. Frobenius gezeigt hat, genau k einfache Gruppencharaktere $\chi^{(0)}(R), \chi^{(1)}(R), \dots, \chi^{(k-1)}(R)$. Jedem Charakter $\chi^{(\varkappa)}(R)$ entspricht eine irreduzible Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen (Matrizen), in der die dem Element R von $\mathfrak{H}$ entsprechende Substitution A_R die Spur $\chi^{(\varkappa)}(R)$ besitzt. Die verschiedenen unter den h Substitutionen A_R bilden eine der Gruppe $\mathfrak{H}$ ein- oder mehrstufig isomorphe Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ von linearen Substitutionen. Jede andere irreduzible Gruppe von höchstens h linearen Substitutionen, die der Gruppe $\mathfrak{H}$ ein- oder mehrstufig isomorph ist, muß einer der k Gruppen $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ äquivalent, d. h. durch eine Transformation der Variabeln in $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ überführbar sein.

Kommt unter den der Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ äquivalenten Gruppen eine Gruppe $\mathfrak{G}$ von linearen Substitutionen vor, deren Koeffizienten sämtlich einem Zahlkörper K angehören, so wollen wir diese Eigenschaft der Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ dadurch kennzeichnen, daß wir sagen: $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ *ist einer im Körper K rationalen Gruppe äquivalent* oder auch $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ *ist im Körper K rational darstellbar*.

Nach einem Ergebnis des Hrn. Frobenius läßt sich der Körper K auch stets als ein algebraischer Körper $\Omega(\omega)$ wählen; hierbei bedeutet Ω den Bereich der rationalen Zahlen.

Es entsteht nun die Aufgabe zu untersuchen, durch welche Eigenschaften die algebraischen Körper, in denen die Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ rational darstellbar ist, charakterisiert sind, und insbesondere den kleinsten in Betracht kommenden Grad eines solchen Körpers zu bestimmen.

Diese Aufgabe läßt sich noch etwas verallgemeinern. Es sei P ein gegebener Rationalitätsbereich. Es kann dann gefragt werden,

in welchen algebraischen Körpern $P(\alpha)$ über P die Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ rational darstellbar ist.

Ein solcher Körper $P(\alpha)$ muß zunächst alle Zahlen $\chi^{(\varkappa)}(R)$ enthalten. Wenn also die k Zahlen $\chi^{(\varkappa)}(R)$ einen durch die Zahl χ bestimmten Körper $\Omega(\chi)$ erzeugen, und χ im Körper P einer irreduziblen Gleichung des Grades l genügt, so muß der Grad n des Körpers $P(\alpha)$ (in bezug auf P) durch l teilbar sein. Ist nun der kleinste in Betracht kommende Grad n gleich ml, so will ich die Zahl m den *Index* der Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ oder auch des Charakters $\chi^{(\varkappa)}(R)$ in bezug auf den Körper P nennen.

Die Zahl m ist als vollständig bestimmt anzusehen, wenn neben dem Körper P und der Kompositionstabelle für die Elemente der Gruppe $\mathfrak{H}$ noch die k Zahlen $\chi^{(\varkappa)}(R)$ gegeben sind. Die genaue Berechnung von m allein unter Benutzung dieser Daten scheint jedoch mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden zu sein.

Die vorliegende Arbeit liefert einige Beiträge zur Lösung dieser Aufgabe.

Insbesondere wird gezeigt: enthält eine Untergruppe $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ einen irreduziblen Bestandteil, der im Körper P rational darstellbar ist, genau r mal, so muß r durch m teilbar sein: speziell ist m ein Divisor der Zahl $f_\varkappa = \chi^{(\varkappa)}(E)$.

Dieser allgemeine Satz enthält als speziellen Fall ein von Hrn. Burnside[1] vor kurzem auf anderem Wege gewonnenes wichtiges Resultat, das sich folgendermaßen aussprechen läßt: die Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ läßt sich stets im Körper der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellen, wenn keine ganze Zahl $m' > 1$ existiert, so daß die charakteristische Determinante jeder Substitution von $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ die m'^{te} Potenz einer rationalen Funktion wird.

Als weitere Folgerung aus unserem Satz erwähne ich noch hier, daß jede auflösbare Gruppe $\mathfrak{H}^{(\varkappa)}$ im Körper der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellbar ist.

Der Index m des Charakters $\chi^{(\varkappa)}(R)$ in bezug auf den Körper P läßt noch eine andere Deutung zu.

Man bezeichne eine im Körper P rationale Gruppe von linearen Substitutionen als *in P irreduzibel*, wenn sich keine ihr äquivalente, in P rationale Gruppe angeben läßt, deren Substitutionen Koeffizientenmatrizen der Form $\begin{pmatrix} A & 0 \\ 0 & B \end{pmatrix}$ besitzen, wo die den verschiedenen Substitutionen der Gruppe entsprechenden Matrizen A denselben Grad haben sollen. Haben dann die Zahlen m und l für den Charakter

[1] Proceedings of the London Mathematical Society, Series 2, Vol. 3 (1905), S. 239.

$\chi^{(\kappa)}(R)$ dieselbe Bedeutung wie früher, so entspricht dem Charakter $\chi^{(\kappa)}(R)$ eine im Körper P irreduzible Gruppe $\mathfrak{G}^{(\kappa)}$ von linearen Substitutionen, die im Bereiche aller Zahlen in ml irreduzible Bestandteile zerfällt, von denen je m einander äquivalent sind, während die l einander nicht äquivalenten irreduziblen Bestandteile den l mit $\chi^{(\kappa)}(R)$ in bezug auf P konjugierten Charakteren von $\mathfrak{H}$ entsprechen. Die Anzahl der verschiedenen (nicht äquivalenten) im Körper P irreduziblen Darstellungen der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen ist gleich der Anzahl der in bezug auf den Körper P nicht konjugierten Charaktere von $\mathfrak{H}$.

§ 1.

Es seien $H_0, H_1, \cdots, H_{h-1}$ die Elemente der gegebenen Gruppe $\mathfrak{H}$, und es sei $\mathfrak{G}$ eine der Gruppe $\mathfrak{H}$ isomorphe Gruppe von höchstens h linearen Substitutionen. Entspricht dem Element R von $\mathfrak{H}$ in der Gruppe $\mathfrak{G}$ die Substitution mit der Koeffizientenmatrix A_R und bedeuten $x_{H_0}, x_{H_1}, \cdots, x_{H_{h-1}}$ unabhängige Variable, so wird die Matrix

$$X = \sum_R A_R x_R \qquad (R = H_0, H_1, \cdots, H_{h-1})$$

eine zu $\mathfrak{H}$ gehörige Gruppenmatrix genannt. Zwei Gruppenmatrizen X und X' desselben Grades heißen äquivalent, wenn sich eine konstante Matrix[1] P von nicht verschwindender Determinante bestimmen läßt, so daß $X' = P^{-1}XP$ wird. Sind die Koeffizienten aller Matrizen A_R Größen eines gegebenen Zahlkörpers P, so soll die Matrix X *im Körper* P *rational* heißen. Ferner bezeichnen wir eine (in P rationale) Gruppenmatrix X als in P reduzibel oder irreduzibel, je nachdem die ihr entsprechende Gruppe $\mathfrak{G}$ in P reduzibel oder irreduzibel ist (vgl. Einleitung). Ist $\zeta(R)$ die Spur der Matrix A_R, so nennen wir das System der h Zahlen $\zeta(R)$ *den Charakter der Gruppenmatrix* X.

Es gilt nun der Satz:

I. *Es seien X und X' zwei im Körper* P *irreduzible Gruppenmatrizen der Grade f und f'. Ist dann P eine konstante Matrix mit f Zeilen und f' Spalten, deren Koeffizienten dem Körper* P *angehören, und besteht die Gleichung*

$$XP = PX',$$

so ist entweder $P = 0$ oder sind X und X' äquivalent, und P ist eine quadratische Matrix des Grades $f = f'$ von nicht verschwindender Determinante.

[1] D. h. eine Matrix mit konstanten, von den x_R unabhängigen Koeffizienten.

Der Beweis dieses Satzes ist in genau derselben Weise zu führen wie für den Satz I meiner Arbeit »Neue Begründung der Theorie der Gruppencharaktere«.[1]

Es sei nämlich r der Rang der Matrix P: man bestimme, was stets möglich ist, zwei Matrizen A und B der Grade f und f' mit Koeffizienten aus dem Rationalitätsbereiche P, deren Determinanten von Null verschieden sind, so daß die Matrix APB die Gestalt

$$\begin{pmatrix} E & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

annimmt: hierin bedeutet E die Einheitsmatrix des Grades r. Dann ergibt sich aus der Gleichung $XP = PX'$, daß

$$AXA^{-1} = \begin{pmatrix} X_{rr} & X_{r,f-r} \\ 0 & X_{f-r,f-r} \end{pmatrix}, \qquad B^{-1}X'B = \begin{pmatrix} X'_{rr} & 0 \\ X'_{f'-r,r} & X'_{f'-r,f'-r} \end{pmatrix}$$

wird, wo die $X_{\alpha\beta}$ und $X'_{\alpha\beta}$ gewisse Matrizen mit α Zeilen und β Spalten bedeuten, die offenbar im Körper P rational sind. Die Gruppenmatrizen X und X' sind dann auch (vgl. B., Satz VII) den in P rationalen Gruppenmatrizen

$$\begin{pmatrix} X_{rr} & 0 \\ 0 & X_{f-r,f-r} \end{pmatrix} \text{ bzw. } \begin{pmatrix} X'_{rr} & 0 \\ 0 & X'_{f'-r,f'-r} \end{pmatrix}$$

äquivalent. Wäre nun $0 < r < f$ oder $0 < r < f'$, so würde sich ergeben, daß X oder X' in P reduzibel ist. Ist daher P nicht gleich 0, also $r > 0$, so muß $r = f = f'$ sein: dann ist aber P eine quadratische Matrix von nicht verschwindender Determinante, und die Gruppenmatrizen X und X' sind wegen $P^{-1}XP = X'$ äquivalent.

Aus I folgt:

II. *Ist X eine im Körper* P *irreduzible Gruppenmatrix und P eine mit X vertauschbare konstante Matrix, deren Koeffizienten dem Körper* P *angehören, so muß die charakteristische Determinante $|xE-P|$ der Matrix P Potenz einer in* P *irreduziblen Funktion $\phi(x)$ sein und es besteht die Gleichung $\phi(P) = 0$.*

Es sei nämlich

$$|xE-P| = \phi(x)\phi_1(x)\phi_2(x)\cdots,$$

wo $\phi(x), \phi_1(x), \phi_2(x), \ldots$ im Körper P irreduzible Funktionen sind. Dann ist $\phi(P)$ eine in P rationale Matrix von verschwindender Determinante, die mit X vertauschbar ist. Folglich muß nach Satz I die Gleichung $\phi(P) = 0$ bestehen. Ebenso ist $\phi_1(P) = 0$, $\phi_2(P) = 0, \ldots$. Ist daher ω eine Wurzel der Gleichung $|xE-P| = 0$, so wird $\phi(\omega) = 0$, $\phi_1(\omega) = 0$, $\phi_2(\omega) = 0, \ldots$. Die in P irreduziblen Funktionen $\phi(x)$,

[1] Sitzungsberichte 1905, S. 406. — Im folgenden wird diese Arbeit kurz mit B. zitiert.

$\Phi_1(x), \Phi_2(x), \dots$ sind demnach nicht relativ prim zueinander und müssen folglich einander gleich sein.

Um nun zu entscheiden, ob eine vorgelegte im Körper P rationale Gruppenmatrix $X = \sum_R A_R x_R$ des Grades n im Körper P reduzibel ist oder nicht, kann man folgendermaßen schließen. Man bestimme die allgemeinste Matrix $V = (v_{\alpha\beta})$, die mit allen h Matrizen A_R vertauschbar ist.[1] Unter den n^2 Koeffizienten $v_{\alpha\beta}$ bleiben gewisse q willkürlich; man kann auch q Parameter $v_1, v_2, \dots, v_q$ wählen, so daß jede der Größen $v_{\alpha\beta}$ als lineare homogene Funktion von $v_1, v_2, \dots, v_q$ mit in P rationalen Koeffizienten darstellbar ist. Zieht man nun für die n^2 Größen $v_{\alpha\beta}$ oder, was dasselbe ist, für die q Größen $v_1, v_2, \dots, v_q$ nur Zahlen des Körpers P in Betracht, so läßt sich die Gleichung $|v_{\alpha\beta}| = 0$ als eine diophantische Gleichung im Körper P mit q Unbekannten $v_1, v_2, \dots, v_q$ ansehen. Ist nun X in P irreduzibel, so läßt sich diese diophantische Gleichung nur durch das System $v_1 = 0, v_2 = 0, \dots, v_q = 0$ befriedigen. Ist dagegen X in P reduzibel, so genügen der Gleichung $|v_{\alpha\beta}| = 0$ auch Größen $v_1, v_2, \dots, v_q$ des Körpers P, die nicht sämtlich 0 sind. Denn ist X der in P rationalen Gruppenmatrix

$$X' = \begin{pmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{pmatrix}$$

äquivalent, wo X_1 und X_2 die Grade r und $n-r$ besitzen, so kann man auch eine in P rationale Matrix Q wählen, so daß $X = Q^{-1} X' Q$ wird. Nun ist X' mit der Matrix

$$P' = \begin{pmatrix} E & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},$$

also X mit der Matrix $Q^{-1} P' Q = P$ vertauschbar. Die Matrix P ist aber in P rational und von der Determinante 0, ohne daß alle Koeffizienten von P verschwinden. — Wir sehen also, daß man, um zu entscheiden, ob eine gegebene in P rationale Gruppenmatrix in P reduzibel ist oder nicht, nur eine einzige diophantische Gleichung im Körper P zu untersuchen hat.

Es sei nun wieder $X = \sum_R A_R x_R$ eine im Körper P irreduzible Gruppenmatrix des Grades n. Bezeichnet man die einfachen Charaktere der Gruppe $\mathfrak{H}$ mit $\chi^{(0)}(R), \chi^{(1)}(R), \dots, \chi^{(k-1)}(R)$ und mit $\xi(R)$ die Spur der Matrix A_R, so wird

$$\xi(R) = \sum_\varkappa r_\varkappa \chi^{(\varkappa)}(R),$$

wo die $r_\varkappa$ gewisse nicht negative ganze Zahlen sind.

[1] Es genügt $V = \sum_R A_{R^{-1}} U A_R$ zu bilden, wo U eine Matrix mit unbestimmten Koeffizienten ist.

Es seien nun $y_{H_0}, y_{H_1}, \cdots, y_{H_{k-1}}$ irgendwelche Größen des Körpers P, die nur der Bedingung unterworfen sind, daß stets $y_R = y_S$ sein soll, wenn R und S konjugierte Elemente der Gruppe $\mathfrak{H}$ sind. Die Matrix

$$Y = \sum_R A_R y_R$$

ist dann eine mit X vertauschbare Matrix, deren Koeffizienten sämtlich dem Körper P angehören. Setzt man ferner

$$\eta_\varkappa = \sum_R \chi^{(\varkappa)}(R) y_R,$$

so wird (vgl. FROBENIUS, Sitzungsberichte 1896, S. 1361)

$$|xE - Y| = \Pi \left(x - \frac{\eta_\varkappa}{f_\varkappa}\right)^{r_\varkappa f_\varkappa},$$

wo $f_\varkappa = \chi^{(\varkappa)}(E)$ den Grad des Charakters $\chi^{(\varkappa)}(R)$ bedeutet. Da nun nach Satz II die Funktion $|xE - Y|$ Potenz einer in P irreduziblen Funktion sein muß, so schließt man leicht, daß diejenigen unter den Zahlen $r_\varkappa$, die von Null verschieden sind, einander gleich sein müssen; ist etwa $r_\lambda = r_{\lambda_1} = \cdots = r_{\lambda_{l-1}} = m > 0$, so müssen außerdem die Größen $\eta_\lambda, \eta_{\lambda_1}, \cdots, \eta_{\lambda_{l-1}}$ die Wurzeln einer im Körper P irreduziblen Gleichung des Grades l sein. Hierfür können wir auch sagen: es müssen die l Charaktere $\chi^{(\lambda)}(R), \chi^{(\lambda_1)}(R), \cdots, \chi^{(\lambda_{l-1})}(R)$ die sämtlichen zu einem (einfachen) Charakter in Bezug auf P konjugierten Charaktere sein. — Wir setzen zur Abkürzung

$$\chi^{(\lambda)}(R) = \chi(R), \chi^{(\lambda_1)}(R) = \chi_1(R), \cdots, \chi^{(\lambda_{l-1})}(R) = \chi_{l-1}(R),$$

so daß

$$\xi(R) = m\{\chi(R) + \chi_1(R) + \cdots + \chi_{l-1}(R)\}$$

wird.

Es sei nun

$$X' = \sum B_R x_R$$

eine zweite in P irreduzible Gruppenmatrix des Grades n', die der Gruppenmatrix X nicht äquivalent ist. Ist $\xi'(R)$ die Spur der Matrix B_R, so ist

$$\xi'(R) = m'\{\chi'(R) + \chi_1'(R) + \cdots + \chi_{l'-1}'(R)\},$$

wo $\chi'(R), \cdots, \chi_{l'-1}'(R)$ die sämtlichen zu einem gewissen einfachen Charakter $\chi'(R)$ von $\mathfrak{H}$ in bezug auf P konjugierten Charaktere sind. Ist dann U eine Matrix mit n Zeilen und n' Spalten, deren Koeffizienten unbestimmt bleibende rationale Zahlen sind, so genügt die in P rationale Matrix

$$P = \sum_R A_{R^{-1}} U B_R$$

den h Gleichungen $A_S P = PB_S$, also auch der Gleichung $XP = PX'$. Da nun X und X' nicht äquivalent sein sollen, so muß nach Satz I die Matrix P gleich 0 sein. Setzt man nun

$$A_R = (a^R_{\alpha\beta}),\quad B_R = (b^R_{\kappa\lambda}), \qquad \begin{pmatrix} \alpha, \beta = 1, 2, \cdots n \\ \kappa, \lambda = 1, 2, \cdots n' \end{pmatrix}$$

so ergeben sich, weil die Koeffizienten von U beliebige rationale Zahlen bedeuten können, aus $P = 0$ die Relationen

$$\sum a^{R^{-1}}_{\alpha\beta} b^R_{\kappa\lambda} = 0 .$$

Speziell wird

$$\sum_{\alpha} \sum_{\kappa} \sum_{R} a^{R^{-1}}_{\alpha\alpha} b^R_{\kappa\kappa} = 0 .$$

Da nun

$$\xi(R) = \sum_{\alpha} a^R_{\alpha\alpha}, \qquad \xi'(R) = \sum_{\kappa} b^R_{\kappa\kappa}$$

ist, so wird also

$$\sum_{R} \xi(R^{-1})\xi'(R) = 0 .$$

Diese Gleichung besagt aber (vgl. B., S. 426), daß die $l+l'$ Charaktere $\chi(R), \cdots \chi_{l-1}(R), \chi'(R), \cdots \chi'_{l'-1}(R)$ sämtlich untereinander verschieden sind.

Betrachtet man nun zwei im Körper P rationale Gruppenmatrizen, die einander äquivalent sind, als nicht voneinander verschieden, so erkennt man, daß zu einem einfachen Charakter $\chi(R)$ von $\mathfrak{H}$ nur eine in P irreduzible Gruppenmatrix gehören kann, die, im Bereiche aller Zahlen in irreduzible Bestandteile zerfällt, eine irreduzible Gruppenmatrix Z mit dem Charakter $\chi(R)$ enthält. Daß nun in der Tat zu jedem einfachen Charakter $\chi(R)$ eine in P irreduzible Gruppenmatrix gehört, erkennt man folgendermaßen. Man betrachte speziell die *reguläre* Gruppenmatrix

$$X = (x_{PQ^{-1}}) \qquad (P, Q = H_0, H_1, \cdots, H_{h-1})$$

des Grades h. Der Charakter $\xi(R)$ dieser Gruppenmatrix ist gleich

$$\xi(R) = \sum f_\kappa \chi^{(\kappa)}(R),$$

enthält also jeden einfachen Charakter $\chi^{(\kappa)}$, und zwar genau f_κ mal. Nun ist X gewiß im Körper P rational. Denkt man sich X im Körper P in irreduzible Bestandteile $X_0, X_1, X_2, \cdots$ zerlegt, so muß für mindestens eine der Gruppenmatrizen $X_0, X_1, X_2, \cdots$ der ihr entsprechende Charakter $\xi(R)$ auch den einfachen Charakter $\chi(R)$ enthalten.

Fassen wir die gewonnenen Resultate zusammen, so erhalten wir den Satz:

III. *Die Anzahl der verschiedenen (nicht äquivalenten) im Körper* P *irreduziblen Gruppenmatrizen* $X_0, X_1, X_2, \cdots$, *die zur Gruppe* $\mathfrak{H}$ *gehören,*

ist gleich der Anzahl der in bezug auf P *nicht konjugierten einfachen Charaktere von* $\mathfrak{H}$. *Denkt man sich die Gruppenmatrizen* $X_0, X_1, X_2, \cdots$ *im Bereiche aller Zahlen in irreduzible Bestandteile zerlegt, so enthalten je zwei keinen irreduziblen Bestandteil gemeinsam. Der Charakter einer jeden der Gruppenmatrizen* $X_0, X_1, X_2, \cdots$ *hat die Form*

$$m\{\chi(R) + \chi_1(R) + \cdots + \chi_{l-1}(R)\},$$

wo $\chi(R), \chi_1(R), \cdots \chi_{l-1}(R)$ *die sämtlichen zu einem einfachen Charakter* $\chi(R)$ *in bezug auf* P *konjugierten Charaktere von* $\mathfrak{H}$ *sind.*

Die durch den Charakter $\chi(R)$ und den Körper P eindeutig bestimmte Zahl m soll nun der *Index* von $\chi(R)$ in bezug auf P genannt werden. Offenbar ist m zugleich auch der Index der zu $\chi(R)$ konjugierten Charaktere $\chi_1(R), \cdots, \chi_{l-1}(R)$.

Es gilt nun der Satz:

IV. *Ist* $\overline{X}$ *eine beliebige in* P *rationale Gruppenmatrix, deren Charakter den einfachen Charakter* $\chi(R)$ *genau* r *mal enthält, so ist* r *durch den Index* m *des Charakters* $\chi(R)$ *in bezug auf* P *teilbar.*

Denn denkt man sich die Gruppenmatrix $\overline{X}$ im Körper P in irreduzible Bestandteile zerlegt, so möge die dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende in P irreduzible Gruppenmatrix X genau t mal vorkommen. Da der Charakter $\chi(R)$ in dem Charakter von X genau m mal enthalten ist, so muß $r = tm$ sein.

Wählt man für $\overline{X}$ wieder die reguläre Gruppenmatrix $(x_{PQ^{-1}})$, so ergibt sich:

V. *Der Index* m *des Charakters* $\chi(R)$ *ist ein Divisor der Zahl* $f = \chi(E)$.

§ 2.

Es sei wie früher $X = \Sigma A_R x_R$ eine in P irreduzible Gruppenmatrix, deren Charakter gleich

$$m\{\chi(R) + \chi_1(R) + \cdots + \chi_{l-1}(R)\}$$

ist. Der Grad der Matrix X ist dann gleich mlf, wo $f = \chi(E)$ ist. Die allgemeinste mit X vertauschbare konstante Matrix V läßt sich dann (vgl. die Anmerkung auf S. 168) in der Form

$$V = \sum_R A_{R^{-1}} U A_R$$

darstellen, wo $U = (u_{\alpha\beta})$ eine Matrix des Grades mlf mit unbestimmten Koeffizienten ist. Die charakteristische Determinante $|xE - V|$ von V ist dann (vgl. B. S. 420) die f^{te} Potenz einer ganzen rationalen Funktion des Grades ml, deren Wurzeln untereinander verschieden sind. Man kann daher die Größen $u_{\alpha\beta}$ auch als rationale Zahlen so wählen, daß

die ml Wurzeln der Gleichung $|xE-V|=0$ voneinander verschieden bleiben. Dann wird aber, weil V eine im Körper P rationale mit X vertauschbare Matrix wird, nach Satz II

$$|xE-V| = \{\varphi(x)\}^f,$$

wo $\varphi(x)$ eine im Körper P irreduzible Funktion des Grades ml ist. Da zugleich $\varphi(V)=0$ ist, so sind die Elementarteiler der Determinante $|xE-V|$ sämtlich linear. Ist nun

$$\varphi(x) = x^{ml} - a_1 x^{ml-1} - \cdots - a_{ml} = (x-\mu_0)(x-\mu_1)\cdots(x-\mu_{ml-1})$$

und setzt man

$$M = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \cdots & a_{ml-1} & a_{ml} \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix}, \qquad \mathfrak{M} = \begin{pmatrix} \mu_0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \mu_1 & \cdots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdots & \\ 0 & 0 & \cdots & \mu_{ml-1} \end{pmatrix},$$

so wird (vgl. Frobenius, Crelles Journal Bd. 86, S. 146)

$$|xE-M| = |xE-\mathfrak{M}| = \varphi(x).$$

Daher sind die Matrizen M und $\mathfrak{M}$ einander ähnlich. Ferner ist die Matrix

$$T = \begin{pmatrix} M & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & M & \cdots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ 0 & 0 & \cdots & M \end{pmatrix}$$

des Grades mlf der Matrix V ähnlich. Man kann daher auch eine in P rationale Matrix Q von nicht verschwindender Determinante wählen, so daß

$$Q^{-1}VQ = T$$

wird. Setzt man nun

$$Q^{-1}XQ = X' = \sum_R B_R x_R,$$

so ist jede der Matrizen B_R mit T vertauschbar. Es werde nun B_R in der Form

$$B_R = (B_{\alpha\beta}) \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f)$$

geschrieben, wo $B_{\alpha\beta}$ eine Matrix des Grades ml bedeutet. Aus

$$B_R Q = Q B_R$$

folgt dann, daß $B_{\alpha\beta}$ mit M vertauschbar ist. Da nun die charakteristischen Wurzeln von M untereinander verschieden sind, so muß $B_{\alpha\beta} = g_{\alpha\beta}(M)$ sein, wo $g_{\alpha\beta}(t)$ eine ganze rationale Funktion des Grades $ml-1$ von t ist, deren ml Koeffizienten aus linearen Gleichungen mit in P rationalen Koeffizienten zu bestimmen sind, und folglich selbst

dem Körper P angehören. Da ferner die Matrizen M und M ähnlich sind, so schließt man auch sofort, daß sich eine Matrix L des Grades mlf von nicht verschwindender Determinante angeben läßt, so daß

$$L^{-1} B_R L = C_R = (\mathrm{B}_{\alpha\beta})$$

wird, wo $\mathrm{B}_{\alpha\beta} = g_{\alpha\beta}(\mathrm{M})$ wird.

Bezeichnet man nun die Matrix f^{ten} Grades

$$\{g_{\alpha\beta}(\mu_\varkappa)\} \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f)$$

mit $D_R^{(\varkappa)}$ und setzt

$$Z^{(\varkappa)} = \sum_R D_R^{(\varkappa)} x_R,$$

so zerfällt die Matrix $L^{-1} X' L$, wie leicht ersichtlich ist, in die ml Gruppenmatrizen $Z^{(0)}, Z^{(1)}, \ldots Z^{(ml-1)}$ des Grades f. Da nun X im Bereiche aller Zahlen in genau ml irreduzible Bestandteile zerfällt, so müssen die Gruppenmatrizen $Z^{(0)}, Z^{(1)}, \ldots Z^{(ml-1)}$ irreduzibel sein: ferner müssen unter ihnen je m einander äquivalent sein, während die l einander nicht äquivalenten den Charakteren $\chi(R), \chi_1(R), \cdots \chi_{l-1}(R)$ entsprechen.

Es ergibt sich insbesondere, daß die zu dem Charakter $\chi(R)$ gehörende irreduzible Gruppenmatrix Z des Grades f in einem algebraischen Körper $\mathrm{P}(\mu)$ des Grades ml über P rational darstellbar ist.

Es sei umgekehrt eine zu dem Charakter $\chi(R)$ gehörende, im Bereiche aller Zahlen irreduzible Gruppenmatrix

$$Z = \Sigma D_R x_R$$

des Grades f bekannt, in der die Koeffizienten der Matrizen D_R einem algebraischen Körper $\mathrm{P}(\nu)$ des Grades q über P angehören. Ferner sei

$$D_R = \{g_{\alpha\beta}(\nu)\} \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f),$$

wo $g_{\alpha\beta}(t)$ eine gewisse ganze rationale Funktion von t mit Koeffizienten aus dem Körper P ist. Es sei

$$\psi(x) = x^q - b_1 x^{q-1} - \cdots - b_q = 0$$

die in P irreduzible Gleichung, der ν genügt. Setzt man dann

$$N = \begin{pmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & \cdots & b_{q-1} & b_q \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

so wird $\psi(N) = 0$. Bezeichnet man nun die Matrix

$$\{g_{\alpha\beta}(N)\}$$

des Grades nf mit F_R, so wird offenbar, da für je zwei Elemente R und S von $\mathfrak{H}$ die Gleichung $D_R D_S = D_{RS}$ besteht, auch $F_R F_S = F_{RS}$. Daher ist

$$\bar{X} = \sum_R F_R x_R$$

eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Gruppenmatrix, die im Körper P rational ist. Sind $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \cdots \varepsilon_{l-1}$ die Wurzeln der Gleichung $\psi(x) = 0$ und setzt man

$$\sum_\alpha g_{\alpha\alpha}(\varepsilon_\lambda) = \chi_\lambda(R),$$

so wird die Spur der Matrix F_R gleich

$$\chi_0(R) + \chi_1(R) + \cdots + \chi_{l-1}(R).$$

Da nun die Charaktere $\chi_0(R), \cdots \chi_{l-1}(R)$ in bezug auf den Körper P dem Charakter $\chi(R)$ konjugiert sind, so sind die in P irreduziblen Bestandteile, in die die Gruppenmatrix $\bar{X}$ im Körper P zerfällt, sämtlich der früher betrachteten Matrix X äquivalent. Daher ist der Grad qf der Matrix $\bar{X}$ durch den Grad mlf der Matrix X teilbar; folglich ist auch die Zahl q durch die Zahl ml teilbar.[1]

Wir erhalten den Satz:

VI. *Ist $\chi(R)$ ein einfacher Charakter der Gruppe $\mathfrak{H}$, dessen Index in bezug auf den Körper P gleich m ist, und ist der durch die h Zahlen $\chi(R)$ und die Zahlen von P erzeugte Körper P(χ), als algebraischer Körper über P betrachtet, vom Grade l, so ist der kleinste Grad eines Körpers P(ω) über P, in dem sich die zu $\chi(R)$ gehörende irreduzible Gruppenmatrix Z des Grades $f = \chi(E)$ rational darstellen läßt, gleich ml. Läßt sich Z in einem algebraischen Körper P(ε) des Grades q über P rational darstellen, so muß q durch ml teilbar sein.*

Es sei noch erwähnt, daß der Körper P(ω) des Grades ml keineswegs eindeutig bestimmt zu sein braucht. Es kann vielmehr Z auch in zwei Körpern P(ω) und P(ω') rational darstellbar sein, die nur den Körper P(χ) als gemeinsamen Teiler enthalten. So ist z. B. die durch die Substitutionen

$$A = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$$

erzeugte Gruppe der Ordnung 8, deren Index in bezug auf den Körper Ω der rationalen Zahlen gleich 2 ist, nicht nur im Körper $\Omega(i)$, sondern auch in jedem Körper $\Omega(\sqrt{-n})$ rational darstellbar, sobald n eine ganze Zahl ist, die einer Summe von drei Quadraten gleich ist.

[1] Eine ähnliche Betrachtung findet sich in der Abhandlung des Hrn. Dickson: *On the reducibility of linear groups*, Transactions of the Amer. Math. Soc. Bd. 4 (1903), S. 434. Das in dieser Arbeit aufgestellte Resultat kann aber, wie leicht zu sehen, nicht allgemein richtig sein.

Aus dem früher bewiesenen Satz IV folgt unmittelbar:

VII. *Ist* P' *ein Zahlkörper, der den Körper* P *enthält, so ist der Index* m *des Charakters* $\chi(R)$ *in bezug auf den Körper* P *durch den Index* m' *von* $\chi(R)$ *in bezug auf den Körper* P' *teilbar.*

Da insbesondere jeder Körper P den Körper Ω enthält, so ist der Index m von $\chi(R)$ in bezug auf einen beliebigen Körper P ein Divisor des Index m_0 von $\chi(R)$ in bezug auf den Körper Ω.

Es sei nun speziell P' ein algebraischer Körper $\mathrm{P}(\lambda)$ über P, der im Körper $\mathrm{P}(\chi)$ enthalten ist. Genügt λ einer in P irreduziblen Gleichung des Grades a, so genügt χ im Körper P' einer irreduziblen Gleichung des Grades $\frac{l}{a} = l'$. Nun läßt sich aber die zu $\chi(R)$ gehörende Gruppenmatrix Z des Grades f in einem algebraischen Körper $\mathrm{P}'(\omega')$ des Grades $m'l'$ über P' rational darstellen. Als algebraischer Körper über P betrachtet, besitzt aber $\mathrm{P}'(\omega')$ den Grad $am'l' = m'l$. Nach Satz VI ist daher $m'l$ durch ml, also m' durch m teilbar. Da andererseits m durch m' teilbar ist, so muß $m' = m$ sein.

VIII. *Ist* P' *ein algebraischer Körper über* P, *der in dem Körper* $\mathrm{P}(\chi)$ *enthalten ist, so ist der Index des Charakters* $\chi(R)$ *in bezug auf* P' *gleich dem Index von* $\chi(R)$ *in bezug auf* P.

Insbesondere ist also der Index m_0 des Charakters $\chi(R)$ in bezug auf den Körper Ω zugleich auch der Index von $\chi(R)$ in bezug auf den Körper $\Omega(\chi)$.

Bemerkenswert ist noch der Fall, daß P der Körper der reellen Zahlen ist. Dann ist die zu $\chi(R)$ gehörende irreduzible Gruppenmatrix Z im Körper $\mathrm{P}(i)$, also in einem Körper des Grades 2 über P, rational darstellbar. Daher ist in diesem Falle die Zahl ml ein Divisor von 2; demnach sind nur drei Fälle möglich:

$$l = 1,\ m = 1\ ; \qquad l = 1,\ m = 2\ ; \qquad l = 2,\ m = 1.$$

Die im Gebiete der reellen Zahlen irreduziblen Gruppen linearer Substitutionen lassen sich also in drei Arten teilen: 1. solche, die im Gebiete aller Zahlen irreduzibel sind; 2. solche, die im Gebiete aller Zahlen in zwei äquivalente irreduzible Gruppen zerfallen; 3. solche, die im Gebiete aller Zahlen in zwei nicht äquivalente (konjugiert komplexe) irreduzible Gruppen zerfallen (vgl. A. Loewy, *Über die Reduzibilität der reellen Gruppen linearer homogener Substitutionen*, Transactions of the American Math. Soc. Bd. 4, S. 171).

§ 3.

Es sei nun $\mathfrak{S}$ eine Untergruppe der Ordnung s von $\mathfrak{H}$. Ist dann

$$X = \sum_R A_R x_R$$

eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörende Gruppenmatrix, so wird

$$Y = \sum_S A_S x_S,$$

wo S alle Elemente der Untergruppe $\mathfrak{S}$ durchläuft, eine zur Gruppe $\mathfrak{S}$ gehörige Gruppenmatrix. Sind daher

$$\psi^{(0)}(S), \psi^{(1)}(S), \cdots \psi^{(q-1)}(S)$$

die einfachen Charaktere von $\mathfrak{S}$ und ist $\zeta(R)$ der Charakter der Gruppenmatrix X, so wird

$$\zeta(S) = \sum_{\lambda=0}^{q-1} r_\lambda \psi^{(\lambda)}(S),$$

wo die durch die Gleichungen

$$r_\lambda = \frac{1}{s} \sum_S \zeta(S^{-1}) \psi^{(\lambda)}(S)$$

bestimmten Zahlen r_λ nicht negative ganze Zahlen sind. Wir wollen dann der Kürze wegen sagen, der Charakter $\zeta(R)$ enthalte den Charakter $\psi^{(\lambda)}(S)$ der Untergruppe r_λ Mal.

Ist ferner

$$U = \sum_S B_S x_S$$

eine zur Gruppe $\mathfrak{S}$ gehörige Gruppenmatrix des Grades b mit dem Charakter $\eta(S)$, und setzt man für je zwei Elemente P und Q von $\mathfrak{H}$

$$U_{P,Q} = \sum_S B_S x_{PSQ^{-1}},$$

so wird, falls

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{S} A_0 + \mathfrak{S} A_1 + \cdots + \mathfrak{S} A_{n-1} \qquad \left(n = \frac{h}{s}\right)$$

ist, die Matrix

$$X = (U_{P,Q}) \qquad (P, Q = A_0, A_1, \cdots A_{n-1})$$

des Grades bn eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörende Gruppenmatrix. Denkt man sich die Gruppenmatrix X im Bereich aller Zahlen in irreduzible Bestandteile zerlegt, so kommt der dem einfachen Charakter $\chi(R)$ von $\mathfrak{H}$ entsprechende irreduzible Bestandteil genau $a = \sum_{\lambda=0}^{q-1} r_\lambda t_\lambda$ vor, falls

$$\chi(S) = \sum_{\lambda=0}^{q-1} r_\lambda \psi^{(\lambda)}(S) \quad , \qquad \eta(S) = \sum_{\lambda=0}^{q-1} t_\lambda \psi^{(\lambda)}(S)$$

ist (Frobenius, Sitzungsberichte 1898, S. 501).

Wir können nun folgenden allgemeinen Satz beweisen:

IX. *Es sei* P *ein gegebener Zahlkörper, es sei m der Index des Charakters $\chi(R)$ von $\mathfrak{H}$ und m' der Index des Charakters $\psi(S)$ der Untergruppe $\mathfrak{S}$ in bezug auf den Körper* P. *Man bezeichne mit*

$$\psi_0(S) = \psi(S) \ , \quad \psi_1(S) \ , \quad \cdots \ , \quad \psi_{d-1}(S)$$

die in bezug auf P *zu* $\psi(S)$ *konjugierten Charaktere von* $\mathfrak{S}$. *Enthält dann* $\chi(R)$ *den Charakter* $\psi_\varrho(S)$ *von* $\mathfrak{S}$ *genau* r_ϱ *Mal, so muß* m *ein Divisor der Zahl* $m'(r_0+r_1+\cdots+r_{l-1})$ *sein.*

Man wähle nämlich für die oben betrachtete Gruppenmatrix U von $\mathfrak{S}$ die dem Charakter $\psi(S)$ entsprechende im Körper P irreduzible Gruppenmatrix. Dann wird der Charakter $\varphi(S)$ von U gleich

$$\varphi(S) = m'\{\psi_0(S)+\psi_1(S)+\cdots+\psi_{l-1}(S)\}.$$

Die Gruppenmatrix X ist dann ebenfalls in P rational und die ihr entsprechende Zahl e wird gleich $m'r_0+m'r_1+\cdots+m'r_{l-1}$. Nach Satz IV ist diese Zahl daher durch m teilbar.

Sind insbesondere für den Charakter $\psi(S)$ die Zahlen m' und d gleich 1, so muß die Zahl $r=r_0$ durch die Zahl m teilbar sein.

IXa. *Besitzt der Charakter* $\psi(S)$ *der Untergruppe* $\mathfrak{S}$ *von* $\mathfrak{H}$ *die Eigenschaft, daß die ihm entsprechende im Bereiche aller Zahlen irreduzible Gruppenmatrix von* $\mathfrak{S}$ *im Körper* P *rational darstellbar ist, und enthält der Charakter* $\chi(R)$ *von* $\mathfrak{H}$ *den Charakter* $\psi(S)$ *von* $\mathfrak{S}$ *genau* r *Mal, so ist* r *durch den Index* m *von* $\chi(R)$ *in bezug auf den Körper* P *teilbar.*

Der hier betrachtete Fall tritt insbesondere ein, wenn $\psi(S)$ den Hauptcharakter von $\mathfrak{S}$ bedeutet, d. h. wenn $\psi(S)=1$ ist. Denkt man sich daher für alle Untergruppen $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{H}$ die Zahlen $r=\dfrac{1}{s}\sum_S \chi(S)$ gebildet, so müssen diese Zahlen durch den Index m von $\chi(R)$ in bezug auf jeden Körper P teilbar sein. Insbesondere ergibt sich für den durch die Zahlen $\chi(R)$ bestimmten Zahlkörper $\mathrm{P}=\Omega(\chi)$:

X. *Ist* $\chi(R)$ *ein einfacher Charakter der Gruppe* $\mathfrak{H}$, *der den Hauptcharakter einer Untergruppe* $\mathfrak{S}$ *genau* r *Mal enthält, und sind die den verschiedenen Untergruppen* $\mathfrak{S}$ *von* $\mathfrak{H}$ *entsprechenden Zahlen* r *ohne gemeinsamen Divisor, so ist die zu* $\chi(R)$ *gehörende im Körper aller Zahlen irreduzible Gruppenmatrix* Z *im Körper* $\Omega(\chi)$ *rational darstellbar.*

Dieser Fall tritt insbesondere ein, wenn eine der Zahlen r gleich 1 ist. Das sich so ergebende spezielle Resultat ist auf anderem Wege von Hrn. Frobenius (Sitzungsberichte 1903, S. 328) durch Betrachtung der charakteristischen Einheiten der Gruppen gefunden worden. In seiner in der Einleitung zitierten Arbeit hat Hr. Burnside dieses Resultat, offenbar ohne die Frobeniussche Untersuchung zu kennen, von neuem abgeleitet.

Um eine Anwendung des Satzes X zu geben, will ich untersuchen, für welche Gruppen $\mathfrak{H}$ es eintreten kann, daß der Index m_0 eines einfachen Charakters $\chi(R)$ in bezug auf den Körper Ω, oder was dasselbe ist, in bezug auf den Körper $\Omega(\chi)$ den größten zulässigen Wert

$f = \chi(E)$ annimmt. Hierbei nehme ich an, was keine Beschränkung der Allgemeinheit bedeutet, daß die dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende der Gruppe $\mathfrak{H}$ isomorphe Gruppe $\mathfrak{G}$ von linearen Substitutionen von der Ordnung h sein soll, so daß der zwischen $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{G}$ bestehende Isomorphismus ein einstufiger wird. Notwendig und hinreichend hierfür ist, daß die Zahl $\chi(R)$ für jedes von E verschiedene Element R nicht gleich f sein soll. Ist dann $\mathfrak{S}$ eine Untergruppe der Ordnung $s > 1$ von $\mathfrak{H}$, und enthält $\chi(R)$ den Hauptcharakter von $\mathfrak{S}$ genau r mal, so muß $r < f$ sein. Denn wäre $r = f$, so würde für jedes Element S von $\mathfrak{S}$ die Zahl $\chi(S)$ gleich f sein. Soll daher $m_0 = f$ sein, so muß, da r durch m_0 teilbar ist, $r = 0$ sein. Durch Betrachtung der zyklischen Untergruppen $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{H}$ ergibt sich insbesondere, daß die charakteristischen Wurzeln jeder Substitution von $\mathfrak{G}$, die identische Substitution E ausgenommen, von 1 verschieden sind. Nun hat Hr. BURNSIDE[1] folgenden Satz bewiesen:

»Ist $\mathfrak{G}$ eine Gruppe linearer Substitutionen, in der die charakteristischen Wurzeln jeder von E verschiedenen Substitution von 1 verschieden sind, so muß jede Untergruppe $\mathfrak{S}$ von $\mathfrak{G}$, deren Ordnung eine Primzahlpotenz p^α ist, entweder zyklisch oder vom »Quaternionentypus«, d. h. der durch die Gleichungen

$$A^{2^{\alpha-1}} = E\,, \qquad B^2 = A^{2^{\alpha-2}}\,, \qquad B^{-1}AB = A^{-1}$$

definierten Gruppe isomorph sein. Im letzteren Falle zerfällt die Untergruppe $\mathfrak{S}$ der Ordnung 2^α in irreduzible Bestandteile vom Grade 2.«

Soll also $m_0 = f$ sein, so muß $\mathfrak{H}$ eine Gruppe sein, deren Untergruppen von Primzahlpotenzordnung entweder zyklisch oder vom Quaternionentypus sind.

Ist insbesondere f eine ungerade Zahl, so müssen alle Untergruppen von Primzahlpotenzordnung zyklisch sein. In diesem Falle ist $\mathfrak{H}$ bekanntlich eine auflösbare Gruppe.

Ist nun speziell f eine Primzahl p, so ist m_0 als Divisor von p entweder gleich 1 oder gleich p. Es ergibt sich der Satz:

XI. *Ist $\mathfrak{G}$ eine irreduzible Gruppe linearer Substitutionen in p Variabeln, wo p eine ungerade Primzahl ist, und ist $\mathfrak{G}$ nicht eine auflösbare Gruppe, in der jede Untergruppe von Primzahlpotenzordnung zyklisch ist, so läßt sich $\mathfrak{G}$ in dem durch die Spuren der Substitutionen von $\mathfrak{G}$ bestimmten Rationalitätsbereich rational darstellen.*

Die auflösbaren Gruppen $\mathfrak{G}$ der hier erwähnten Art wären noch besonders zu betrachten. Ich habe bis jetzt nicht entscheiden können, welche unter diesen Gruppen eine wirkliche Ausnahme bilden. Die Beantwortung dieser Frage scheint schwierig zu sein. Man betrachte

[1] The Messenger of Mathematics, 1905, S. 51.

z. B., wenn ρ eine primitive Einheitswurzel des Grades 21 bedeutet, die durch die Substitutionen

$$A = \begin{pmatrix} \rho & 0 & 0 \\ 0 & \rho^4 & 0 \\ 0 & 0 & \rho^{16} \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho^7 & 0 \end{pmatrix}$$

erzeugte Gruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung 63. Es läßt sich leicht zeigen, daß $\mathfrak{G}$ dann und nur dann in dem durch die Zahl $\rho + \rho^4 + \rho^{16}$ bestimmten Zahlkörper rational darstellbar ist, wenn sich eine ganze rationale Funktion $f(\rho)$ mit rationalen Koeffizienten bestimmen läßt, die der Gleichung

$$\rho^7 = f(\rho)\, f(\rho^4)\, f(\rho^{16})$$

genügt.

§ 4.

Von besonderem Interesse ist noch der spezielle Fall, daß der unserer Betrachtung zugrunde liegende Körper P mit dem durch eine primitive h^{te} Einheitswurzel ρ bestimmten Körper $\Omega(\rho)$ übereinstimmt.

Es sei $\chi(R)$ ein einfacher Charakter des Grades f von $\mathfrak{H}$, dessen Index in bezug auf den Körper $\Omega(\rho)$ gleich m ist. Dann ist die zu $\chi(R)$ gehörende irreduzible Gruppenmatrix

$$Z = \sum_R A_R x_R$$

des Grades f in einem algebraischen Körper $\mathrm{P}(\omega)$ des Grades m über $\mathrm{P} = \Omega(\rho)$ rational darstellbar.

Ist nun $\mathfrak{S}$ eine Untergruppe der Ordnung s von $\mathfrak{H}$, welche die Eigenschaft besitzt, daß jede zu $\mathfrak{S}$ isomorphe Gruppe linearer Substitutionen im Körper der s^{ten} Einheitswurzeln und also auch im Körper $\Omega(\rho)$ rational darstellbar ist, und enthält der Charakter $\chi(R)$ den einfachen Charakter $\psi(S)$ von $\mathfrak{S}$ genau $r$mal, so muß nach Satz IXa die Zahl r durch m teilbar sein. Der hier betrachtete Fall tritt jedenfalls ein, wenn $\mathfrak{S}$ die durch ein Element P der Ordnung s erzeugte zyklische Gruppe ist. Ist σ eine $r$fache Wurzel der Gleichung $|xE - A_P| = 0$, so bilden die Zahlen

$$1, \sigma, \sigma^2, \cdots, \sigma^{s-1}$$

einen Charakter $\psi(S)$ von $\mathfrak{S}$, der in dem Charakter $\chi(R)$ von $\mathfrak{H}$ genau $r$mal enthalten ist. Daher muß die Zahl r durch m teilbar sein. Diesem Resultat läßt sich folgende Fassung geben:

XII. *Es sei $\mathfrak{G}$ eine (im Bereiche aller Zahlen) irreduzible Gruppe linearer Substitutionen der Ordnung h und es sei $\mathrm{P} = \Omega(\rho)$ der Körper der h^{ten} Einheitswurzeln. Läßt sich $\mathfrak{G}$ in einem algebraischen Körper $\mathrm{P}(\omega)$ des Grades m über P, aber in keinem Körper niedrigeren Grades über P rational darstellen, so muß die charakteristische Determinante jeder Substitution von $\mathfrak{G}$ die m^{te} Potenz einer ganzen rationalen Funktion sein.*

Läßt sich daher keine Zahl $m' > 1$ angeben, so daß für alle Substitutionen R von $\mathfrak{G}$ die Funktionen $|xE-R|$ sämtlich m'^{te} Potenzen werden, so muß $m = 1$ sein: die Gruppe $\mathfrak{G}$ läßt sich dann also im Körper $\Omega(\varepsilon)$ rational darstellen. Dies ist das in der Einleitung erwähnte Resultat des Hrn. Burnside.[1]

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß aus dem Vorhandensein einer solchen Zahl $m' > 1$ nicht etwa, wie vermutet werden könnte, die Reduzibilität der Gruppe $\mathfrak{G}$ folgt. Man betrachte z. B. die durch die Substitutionen

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix},$$

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \qquad D = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

erzeugte Gruppe der Ordnung 32. Unter den charakteristischen Determinanten der Substitutionen dieser Gruppen kommen nur die Funktionen

$$(x-1)^4, \quad (x+1)^4, \quad (x^2-1)^2, \quad (x^2+1)^2$$

vor, so daß hier $m' = 2$ gesetzt werden kann. Die Gruppe ist aber dennoch irreduzibel.

Von Interesse ist noch folgender Satz:

XIII. *Der Index m eines Charakters $\chi(R)$ des Grades f in bezug auf den Körper $\Omega(\varepsilon)$ ist ein gemeinsamer Divisor der Zahlen f und $\frac{h}{f}$.*[2]

In der Tat ist offenbar $\chi(R) = m\varphi(R)$, wo $\varphi(R)$ eine Summe von $\frac{f}{m}$ Einheitswurzeln ist. Nun besteht (vgl. B., S. 425) für jedes Element S von $\mathfrak{H}$ die Relation

$$\sum_R \chi(SR^{-1})\chi(R) = \frac{h}{f}\chi(S).$$

Daher ist

$$\sum_R \varphi(SR^{-1})\varphi(R) = \frac{h}{fm}\varphi(S).$$

Setzt man nun ε_R gleich 1, falls R gleich E ist, und $\varepsilon_R = 0$, falls R von E verschieden ist, so kann man diese Gleichung auch in der Gestalt

$$\sum_R \varphi(R)\left\{\varphi(SR^{-1}) - \frac{h}{fm}\varepsilon_{SR^{-1}}\right\} = 0$$

[1] Vgl. die in der Einleitung zitierte Arbeit des Hrn. Burnside (S. 252).

[2] Ist also m durch die α^{te} Potenz einer Primzahl p teilbar, so muß h durch $p^{2\alpha}$ teilbar sein. Man kann noch zeigen, daß h durch $p^{2\alpha-1}$ teilbar sein muß.

schreiben. Da die Zahlen $\phi(R)$ nicht sämtlich 0 sind, so muß die Determinante h^{ten} Grades

$$\left|\varphi(RS^{-1}) - \frac{h}{fm}\varepsilon_{RS^{-1}}\right|$$

gleich 0 sein. Da nun die Zahlen $\phi(R)$ ganze algebraische Zahlen sind, so ergibt sich, daß die Zahl $\frac{h}{fm}$ einer Gleichung der Form

$$x^k + c_1 x^{k-1} + \cdots + c_k = 0$$

mit ganzen algebraischen Koeffizienten genügt. Folglich ist die Zahl $\frac{h}{fm}$ eine ganze algebraische und also eine ganze rationale Zahl.

Zu erwähnen ist noch, daß die Zahl m kleiner als f sein muß, sobald $f > 1$ ist. Denn wäre $m = f$, so müßte jede der Substitutionen A_P nur eine charakteristische Wurzel σ besitzen, daher wäre $A_P = \sigma E$. Ist nun $f > 1$, so wäre die Gruppenmatrix Z reduzibel.

Es gilt ferner der Satz:

XIV. *Jede auflösbare Gruppe $\mathfrak{G}$ von linearen Substitutionen der Ordnung h ist im Körper der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellbar.*

Dieser Satz ist eine unmittelbare Folge eines anderen Satzes:

XV. *Ist $\mathfrak{G}$ eine irreduzible Gruppe von linearen Substitutionen der Ordnung h und ist $\mathfrak{S}$ eine invariante Untergruppe der Ordnung $\frac{h}{n}$ von $\mathfrak{G}$, wo n eine Primzahl ist, so ist die Gruppe $\mathfrak{S}$ entweder im Bereiche aller Zahlen irreduzibel, oder sie zerfällt in n verschiedene (nicht äquivalente) irreduzible Bestandteile desselben Grades.*

Es mögen nämlich zunächst die irreduziblen Bestandteile von $\mathfrak{S}$, deren Anzahl gleich q sei, einander äquivalent sein. Wir können dann $\mathfrak{G}$ durch eine äquivalente Gruppe ersetzen, in der jede Substitution S von $\mathfrak{S}$ die Gestalt

$$S = \begin{pmatrix} S_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & S_1 & \cdots & 0 \\ . & . & \cdots & . \\ 0 & 0 & \cdots & S_1 \end{pmatrix}$$

annimmt, wo die Substitutionen S_1 eine der Gruppe $\mathfrak{S}$ isomorphe irreduzible Gruppe $\mathfrak{S}_1$ bilden. Ist f der Grad der Matrix S, so ist hierbei die Matrix $\mathfrak{S}_1$ vom Grade $\frac{f}{q}$. Es sei nun

$$\mathfrak{G} = \mathfrak{S} + \mathfrak{S}P + \mathfrak{S}P^2 + \cdots + \mathfrak{S}P^{n-1}.$$

Dann ist für irgend eine Substitution S von $\mathfrak{S}$ die Substitution

$$P^{-1}SP = S' = \begin{pmatrix} S_1' & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & S_1' & \cdots & 0 \\ . & . & \cdots & . \\ 0 & 0 & \cdots & S_1' \end{pmatrix}$$

wieder in $\mathfrak{S}$ enthalten, und wir erhalten einen Automorphismus der Gruppe $\mathfrak{S}$, wenn wir dem Element S das Element S' zuordnen. Man schreibe nun P in der Form

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1t} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{t1} & \cdots & P_{tt} \end{pmatrix},$$

wo die $P_{\alpha\beta}$ gewisse Matrizen des Grades $\frac{f}{q}$ sind. Dann wird

$$S_1 P_{\alpha\beta} = P_{\alpha\beta} S'_1 .$$

Da nun die Matrizen S'_1 eine der Gruppe $\mathfrak{S}_1$ isomorphe irreduzible Gruppe bilden, so müssen sich die Matrizen $P_{\alpha\beta}$ untereinander nur um konstante Faktoren unterscheiden (vgl. B., S. 414), d. h. es ist $P_{\alpha\beta} = c_{\alpha\beta} Q_1$, wo Q_1 eine gewisse Matrix des Grades $\frac{f}{q}$ und $c_{\alpha\beta}$ eine Konstante ist. Es ist nun unmittelbar zu sehen, daß, wenn E_1 die Einheitsmatrix des Grades $\frac{f}{q}$ bedeutet, die Matrix

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} E_1 & \cdots & c_{1t} E_1 \\ & \cdots & \cdot \\ c_{t1} E_1 & \cdots & c_{tt} E_1 \end{pmatrix}$$

mit allen Substitutionen S und auch mit P vertauschbar wird. Daher ist C mit allen Substitutionen der Gruppe $\mathfrak{G}$ vertauschbar und muß folglich, da $\mathfrak{G}$ irreduzibel sein soll, die Form cE besitzen; demnach muß

$$c_{11} = c_{22} = \cdots = c_{tt} = c , \qquad c_{\alpha\beta} = 0 \qquad (\alpha \neq \beta)$$

sein. Wäre nun $q > 1$, so würde $\mathfrak{G}$ zerfallen.

Es möge nun die Gruppe $\mathfrak{S}$ mindestens zwei einander nicht äquivalente irreduzible Bestandteile besitzen. Dann läßt sich $\mathfrak{G}$ durch eine äquivalente Gruppe ersetzen, in der jede Substitution S die Form

$$S = \begin{pmatrix} S_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & S_2 & \cdots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ 0 & 0 & \cdots & S_t \end{pmatrix}$$

annimmt, wo die Matrizen S_α eine der Gruppe $\mathfrak{S}$ isomorphe Gruppe $\mathfrak{S}_\alpha$ bilden, die in einander äquivalente irreduzible Bestandteile zerfällt, während von den Gruppen $\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2, \ldots, \mathfrak{S}_t$ je zwei keinen irreduziblen Bestandteil gemeinsam haben.

Ist wieder

$$P^{-1} S P = S' = \begin{pmatrix} S'_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & S'_2 & \cdots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ 0 & 0 & \cdots & S'_t \end{pmatrix},$$

so bilden auch die Substitutionen S'_α eine der Gruppe $\mathfrak{S}$ isomorphe Gruppe $\mathfrak{S}'_\alpha$, wobei dem Element S von $\mathfrak{S}$ das Element S'_α von $\mathfrak{S}'_\alpha$ ent-

spricht. Ferner zerfällt offenbar auch $\mathfrak{S}'_\alpha$ in einander äquivalente irreduzible Bestandteile, und von den Gruppen $\mathfrak{S}'_1, \mathfrak{S}'_2, \cdots \mathfrak{S}'_t$ enthalten wieder je zwei keinen irreduziblen Bestandteil gemeinsam. Ist f_α der Grad der Matrix S_α, so werde P in der Form

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \cdot & \cdot & P_{1t} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{t1} & \cdot & \cdot & P_{tt} \end{pmatrix}$$

geschrieben, wo $P_{\alpha\beta}$ eine Matrix mit f_α Zeilen und f_β Spalten ist. Es wird dann wegen $SP = PS'$

$$S_\alpha P_{\alpha\beta} = P_{\alpha\beta} S'_\beta.$$

Enthalten nun die Gruppen $\mathfrak{S}_\alpha$ und $\mathfrak{S}'_\beta$ keinen irreduziblen Bestandteil gemeinsam, so muß, wie man leicht schließt, $P_{\alpha\beta} = 0$ sein. Ferner kann für jedes α nur ein $\beta = \alpha'$ und für ein β nur ein $\alpha = \beta''$ vorhanden sein, so daß $P_{\alpha\beta} \neq 0$ wird. Aus dem Nichtverschwinden der Determinante von P folgt dann, daß $P_{\alpha\alpha'}$ eine quadratische Matrix von nicht verschwindender Determinante sein muß, so daß $\mathfrak{S}_\alpha$ und $\mathfrak{S}'_{\alpha'}$ äquivalente Gruppen werden. Der Substitution P entspricht nun eine Permutation Q zwischen t Ziffern $1, 2, \cdots t$, die die Ziffer α in die Ziffer α' überführt. Man sieht auch sofort ein, daß Q ein Zyklus der Ordnung t sein muß, da andernfalls die Gruppe $\mathfrak{G}$ zerfallen würde. Es ist daher P^t die erste Potenz von P, die in $\mathfrak{S}$ enthalten ist; folglich muß $t = n$ sein. Man kann auch ohne Beschränkung der Allgemeinheit annehmen, daß

$$\mathfrak{S}_2 = \mathfrak{S}'_1, \; \mathfrak{S}_3 = \mathfrak{S}'_2, \cdots \mathfrak{S}_n = \mathfrak{S}'_{n-1}, \; \mathfrak{S}_1 = \mathfrak{S}'_n$$

ist. — Daß nun die Gruppe $\mathfrak{S}_1$ und folglich auch die Gruppen $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{S}_3, \cdots \mathfrak{S}_n$ irreduzibel sein müssen, kann man folgendermaßen schließen.

Man bezeichne die Spur der Substitution R von $\mathfrak{G}$ mit $\chi(R)$, ferner die Spur der Substitution S_α mit $\psi_\alpha(S)$. Dann wird für jedes Element S von $\mathfrak{S}$

$$\chi(S) = \psi_1(S) + \psi_2(S) + \cdots + \psi_n(S).$$

Ferner ist

$$\sum_S \psi_\alpha(S^{-1}) \psi_\beta(S) = 0, \qquad (\alpha \neq \beta)$$

wo die Summation über alle Elemente der Gruppe $\mathfrak{S}$ zu erstrecken ist. Daher ist

$$\sum_S \chi(S^{-1})\chi(S) = \sum_S \{\psi_1(S^{-1})\psi_1(S) + \cdots + \psi_n(S^{-1})\psi_n(S)\}.$$

Die links stehende Summe ist aber offenbar gleich

$$n \sum_S \psi_1(S^{-1}) \psi_1(S).$$

Zerfällt nun $\mathfrak{S}_1$ in r irreduzible Bestandteile, so wird

$$\sum_S \psi_1(S^{-1})\psi_1(S) = r^2 \frac{h}{n},$$

also

$$\sum_S \chi(S^{-1})\chi(S) = r^2 h.$$

Da nun wegen der Irreduzibilität von $\mathfrak{G}$

$$\sum_R \chi(R^{-1})\chi(R) = h$$

ist, wo R alle Elemente von $\mathfrak{G}$ durchläuft, so muß $r^2h < h$, also $r = 1$ sein.

Aus dem eben bewiesenen Satz XV ergibt sich nun unser Satz XIV folgendermaßen.

Es genügt offenbar anzunehmen, daß $\mathfrak{G}$ irreduzibel ist. Es sei nun $\mathfrak{G}$ eine auflösbare Gruppe möglichst kleiner Ordnung h, die sich nicht im Körper $\Omega(\varepsilon)$ der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellen läßt. Dann ist der Index m der Gruppe $\mathfrak{G}$ in bezug auf den Körper $\Omega(\varepsilon)$ größer als 1. Wählt man dann in $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{S}$ der Ordnung $\frac{h}{n}$, wo n eine Primzahl ist, so ist $\mathfrak{S}$ eine auflösbare Gruppe, deren Ordnung kleiner als h ist. Daher würde sich jede zu $\mathfrak{S}$ isomorphe Gruppe linearer Substitutionen im Körper $\Omega(\varepsilon)$ rational darstellen lassen. Folglich müßte die Gruppe $\mathfrak{S}$ jeden ihrer irreduziblen Bestandteile mindestens m mal enthalten. Nach Satz XV muß aber $\mathfrak{S}$ jeden irreduziblen Bestandteil nur einmal enthalten. Die Annahme $m > 1$ führt daher auf einen Widerspruch.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich der für die Anwendungen wichtige Satz:

XVI. *Es sei $\mathfrak{G}$ eine irreduzible Gruppe linearer Substitutionen der Ordnung h, und es sei $\mathfrak{S}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{G}$, die auflösbar ist, und die einen ihrer irreduziblen Bestandteile genau r mal enthält. Sind dann die den verschiedenen Untergruppen $\mathfrak{S}$ und den verschiedenen irreduziblen Bestandteilen von $\mathfrak{S}$ entsprechenden Zahlen r ohne gemeinsamen Teiler, so ist $\mathfrak{G}$ im Körper der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellbar.*

Es sei noch erwähnt, daß bis jetzt überhaupt keine Gruppe $\mathfrak{G}$ linearer Substitutionen der Ordnung h bekannt ist, die sich nicht im Körper der h^{ten} Einheitswurzeln rational darstellen läßt.

Ausgegeben am 8. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Frobenius las zwei von ihm zusammen mit Hrn. Dr. I. Schur verfasste Abhandlungen:

a) Über die reellen Darstellungen der endlichen Gruppen.

Eine endliche Gruppe linearer Substitutionen ist stets und nur dann einer reellen Gruppe äquivalent, wenn ihre Substitutionen eine quadratische Form von nicht verschwindender Determinante in sich transformiren.

b) Über die Aequivalenz der Gruppen linearer Substitutionen.

Zwei isomorphe Gruppen von linearen Substitutionen enthalten stets und nur dann dieselben irreduciblen Bestandtheile, wenn je zwei einander entsprechende Substitutionen dieselbe Spur besitzen.

2. Hr. van't Hoff machte eine weitere Mittheilung aus seiner Untersuchung über die Bildung der oceanischen Salzablagerungen: XLVI. Über Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Pentasalz bei 83° und die Bildung von Chlorcalcium und Tachhydrit.

Gemeinschaftlich mit HH. Farup und d'Ans wurde die Bildung des Chlorcalciums verfolgt, als Product der doppelten Zersetzung von Chlorkalium und Anhydrit unter Bildung des früher beschriebenen Kaliumpentacalciumsulfats.

3. Hr. Dr. F. Tobler in Münster i. W. übersendet, als Ergebniss seiner mit akademischer Unterstützung auf der biologischen Station in Bergen ausgeführten Arbeiten, eine Abhandlung »Über Regeneration und Polarität sowie verwandte Wachsthumsvorgänge bei Polysiphonia und andern Algen« (S.-A. aus Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 42. Leipzig 1906).

Über die reellen Darstellungen der endlichen Gruppen.

Von G. Frobenius und I. Schur.

Um eine endliche oder unendliche Gruppe von reellen linearen Substitutionen in ihre irreduzibeln Bestandteile zu zerlegen, kann man sie zunächst in lauter reelle Teile spalten, die im Gebiete der reellen Größen irreduzibel sind. Diese sind nach den Untersuchungen des Hrn. A. Loewy (*Über die Reduzibilität der reellen Gruppen linearer homogener Substitutionen*, Transactions of the American Math. Soc. Bd. 4) entweder auch im Bereiche der komplexen Größen irreduzibel, oder sie zerfallen in zwei konjugiert komplexe irreduzible Bestandteile. Die beiden Teile können einander äquivalent sein oder nicht, keiner von ihnen ist aber einer reellen Gruppe äquivalent. Entsprechend lassen sich die (absolut) irreduzibeln Darstellungen einer beliebigen Gruppe in drei *Arten* teilen: 1. solche, die einer reellen Darstellung äquivalent sind, 2. solche, die der konjugiert komplexen, aber keiner reellen Darstellung äquivalent sind, 3. solche, die der konjugiert komplexen Gruppe nicht äquivalent sind (*Arithmetische Untersuchungen über endliche Gruppen linearer Substitutionen* § 2, Sitzungsberichte 1906). Beschränken wir uns auf *vollständig zerlegbare* Gruppen, so ist demnach eine solche stets und nur dann einer reellen Gruppe äquivalent, wenn jeder irreduzible Bestandteil zweiter Art in gerader Anzahl, und jeder der dritten Art ebenso oft wie der konjugiert komplexe auftritt.

Eine irreduzible Darstellung einer *endlichen* Gruppe $\mathfrak{H}$ ist durch ihren Charakter χ vollständig definiert. Die Kenntnis von χ reicht aber, wie wir zeigen werden, auch aus, um die *Art* der entsprechenden Darstellung zu bestimmen. Setzt man nämlich $c = +1, -1$ oder 0, je nachdem die Darstellung zu der ersten, zweiten oder dritten Art gehört, so ist

$$\sum_R \chi(R^2) = ch\,,$$

wo sich die Summe über die h Elemente R der Gruppe $\mathfrak{H}$ erstreckt. Oder in anderer Fassung: Die k Konstanten c_λ, die den k Charakteren $\chi^{(\lambda)}$ entsprechen, sind dadurch bestimmt, daß

$$\sum_{\varkappa} c_\varkappa \chi^{(\varkappa)}(R) = \zeta(R)$$

die Anzahl der Lösungen S der Gleichung $S^2 = R$ in $\mathfrak{H}$ ist.

Die endlichen Gruppen gehören zu der allgemeineren Klasse von Gruppen linearer Substitutionen, die eine positive HERMITEsche Form F in sich transformieren; wir wollen sie *HERMITEsche Gruppen* nennen. Wenn es eine bilineare Form G gibt, die von den Substitutionen einer irreduzibeln Gruppe (kogredient) in sich transformiert wird, so ist G bis auf einen konstanten Faktor völlig bestimmt. Für eine Gruppe der dritten Art kann es eine solche Form nicht geben. Für eine HERMITEsche Gruppe der ersten oder zweiten Art aber gibt es stets eine solche Form, und zwar ist sie für die Gruppen der ersten Art *symmetrisch*, für die der zweiten *alternierend*. Unter Benutzung der oben definierten Konstanten c ist also allgemein die zu G konjugierte Form $G' = cG$. Ganz allgemein aber gilt auch für reduzible Gruppen der bemerkenswerte Satz:

Wenn die Substitutionen einer HERMITEschen Gruppe eine quadratische Form von nicht verschwindender Determinante in sich transformieren, so ist die Gruppe einer reellen (orthogonalen) äquivalent.

Umgekehrt transformieren die Substitutionen einer reellen HERMITEschen Gruppe stets eine positive quadratische Form in sich. Demnach ist die Gruppe einer reellen, orthogonalen äquivalent. Speziell ergibt sich:

Jede endliche Gruppe orthogonaler Substitutionen ist einer reellen (orthogonalen) Gruppe äquivalent.

Die HERMITEschen Gruppen, deren Substitutionen eine alternierende Form von nicht verschwindender Determinante in sich transformieren, sind vollständig dadurch charakterisiert, daß sie jeden irreduzibeln Bestandteil erster Art in gerader Anzahl enthalten und jeden der dritten Art ebenso oft wie den konjugiert komplexen.

In seinen interessanten Untersuchungen *Sur les groupes linéaires, réels et orthogonaux* (Bulletin de la Soc. Math. de France Bd. 30) kommt Hr. AUTONNE jenem Resultate sehr nahe. Daß aber eine Gruppe, die außer der HERMITEschen Invariante F noch eine quadratische Invariante besitzt, einer reellen Gruppe äquivalent ist, gelingt ihm nur unter Hinzunahme der folgenden Voraussetzung zu beweisen: Nachdem man die Gruppe so umgeformt hat, daß F in die Hauptform E übergeht, soll die quadratische Invariante G eine *unitäre* Form sein, d. h. der Bedingung $G'G_0 = E$ genügen, wo G_0 die zu G konjugiert komplexe Matrix ist. Diese für die Anwendung des Satzes lästige Voraussetzung erweist sich aber als überflüssig und läßt sich für den Fall, wo die Darstellung irreduzibel ist, aus der Annahme der Existenz der beiden Invarianten F und G ableiten.

Wir beschränken uns im folgenden auf die Betrachtung endlicher Gruppen. Aber die in den §§ 1, 2 und 8 durchgeführten Untersuchungen, in denen die Gruppencharaktere nicht vorkommen, lassen sich ohne weiteres auf unendliche Hermitesche Gruppen übertragen. Jede reduzible Gruppe $\mathfrak{H}$ dieser Art ist vollständig reduzibel, und es gilt für sie der in § 3 benutzte und in § 8 verallgemeinerte Hilfssatz, falls man darin die Gruppenmatrix X durch ein veränderliches Element R von $\mathfrak{H}$ ersetzt.

§ 1.

Seien $A, B, C, \cdots$ h Matrizen f^{ten} Grades, deren Determinanten nicht verschwinden, und die eine Darstellung einer endlichen Gruppe $\mathfrak{H}$ bilden. Ist R irgend eine Matrix, so ist $R'R_0 = H$ die Matrix einer Hermiteschen Form $\Sigma h_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta^{(0)}$, worin $h_{\alpha\beta}$ und $h_{\beta\alpha}$ konjugiert komplexe Größen sind, also eine Matrix, die der Bedingung $H' = H_0$ genügt: und wenn die Determinante von R nicht verschwindet, so ist $H = \sum_\gamma (\sum_\alpha r_{\gamma\alpha} x_\alpha) \sum_\alpha (r_{\gamma\alpha}^{(0)} x_\alpha^{(0)})$ eine *positive* Form, d. h., wenn x_α und $x_\alpha^{(0)}$ konjugiert komplexe Größen sind, so ist der Wert von H positiv, und kann nicht verschwinden, wenn nicht die Variabeln x_α sämtlich Null sind. Demnach ist, wenn die Variabeln x_α als reell angenommen werden, die reelle quadratische Form $2\Sigma h_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$ eine positive. Ihre Matrix ist $H + H' = H + H_0$. Mithin ist auch, falls k eine positive Konstante ist (vgl. A. Loewy, Comptes Rendus 1896, S. 168 und Moore, Math. Ann. Bd. 50, S. 213),

$$(1.)\qquad A'A_0 + B'B_0 + C'C_0 + \cdots = \Sigma R'R_0 = kF$$

eine positive Hermitesche Form (d. h. die Matrix einer solchen). Ferner ist

$$kA'FA_0 = \Sigma (RA)'(RA)_0 = \Sigma R'R_0 = kF,$$

weil RA zugleich mit R die h Matrizen der Gruppe $\mathfrak{H}$ durchläuft. Daher transformiert jede der h Substitutionen R der Gruppe $\mathfrak{H}$ die Form F in sich selbst,

$$(2.)\qquad R'FR_0 = F.$$

In dem speziellen Falle, wo die Matrizen von $\mathfrak{H}$ alle reell sind, ist

$$(3.)\qquad kG = A'A + B'B + C'C + \cdots = \Sigma R'R$$

eine quadratische Form (symmetrische Matrix), die von den h Substitutionen von $\mathfrak{H}$ in sich transformiert wird. Daß es eine solche Form G gibt, folgt aber auch direkt aus der Existenz der Invariante F. Denn ist R reell, so lautet die Gleichung (2.) $R'FR = F$. Mithin ist auch, wenn man zu den konjugierten Matrizen übergeht, $R'F'R = F'$, und folglich, wenn man die positive quadratische Form $F + F'$ mit G

bezeichnet, $R'GR = G$. Diese positive Form G läßt sich durch eine reelle Substitution in eine Summe von f Quadraten, also in die Hauptform E transformieren. Dadurch geht die betrachtete Darstellung von $\mathfrak{H}$ in eine äquivalente Darstellung über, deren Substitutionen *orthogonale* sind. Dieses Ergebnis läßt sich in der folgenden bemerkenswerten Weise umkehren:

Jede Darstellung einer endlichen Gruppe durch orthogonale Substitutionen ist einer reellen Darstellung (durch orthogonale Substitutionen) äquivalent.

Für unseren nächsten Zweck genügt es, den Satz für den Fall zu beweisen, wo die betrachtete Darstellung *irreduzibel* ist. Auf reduzible Darstellungen werden wir den Beweis in § 8 ausdehnen.

Ist R eine orthogonale Substitution, so ist

$$(4.)\qquad R'R = RR' = E\ , \qquad R' = R^{-1}.$$

Ist nun F die HERMITEsche Form (1.), so ist

$$(5.)\qquad F = R'FR_0\ , \qquad RF = FR_0\ , \qquad FR'_0 = R'F.$$

mithin, wenn man die konjugierten Formen nimmt,

$$R_0F' = F'R$$

und folglich

$$R(FF') = (RF)F' = (FR_0)F' = F(R_0F') = F(F'R) = (FF')R.$$

Eine Matrix FF' kann aber (*Über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen*. § 6. Sitzungsberichte 1897, S. 1008) mit jeder Matrix R einer irreduzibeln Darstellung nur dann vertauschbar sein, wenn sie bis auf einen konstanten Faktor c der Hauptmatrix gleich ist, $FF' = cE$ (dies folgt auch aus dem in § 3 benutzten Hilfssatz). Da $F' = F_0$ ist, so ist auch $FF_0 = cE$, und folglich $F'FF_0 = cF'$. Mithin ist c eine reelle positive Konstante. Denn F' ist eine positive HERMITEsche Form, und ebenso $F'FF_0$ und allgemeiner, wenn P eine Matrix nicht verschwindender Determinante ist, $P'FP_0$. Denn in diese Form geht F durch die Substitution P über. Ersetzt man F durch $\sqrt{c}F$, so erhält man eine positive HERMITEsche Form, die der Relation

$$(6.)\qquad FF' = F'F = E\ , \qquad FF_0 = F_0F = E$$

genügt, also zugleich eine orthogonale Form ist. Da E und F zwei positive HERMITEsche Formen sind, so ist auch $E+F$ eine solche, hat also eine von Null verschiedene Determinante. Transformiert man nun jede der h Matrizen R von $\mathfrak{H}$ durch die Substitution $E+F$, so bilden die h Matrizen

$$(7.)\qquad (E+F)^{-1}R(E+F) = S$$

eine der gegebenen äquivalente Darstellung von $\mathfrak{H}$. Nun ist nach (6.)

$$F = \frac{E+F}{E+F_0}.$$

Setzt man diesen Ausdruck für F in die Formel (5.)

$$F^{-1}RF = R_0$$

ein, so erhält man

$$(E+F)^{-1}R(E+F) = (E+F_0)^{-1}R_0(E+F_0),$$

und demnach ist jede der h transformierten Matrizen $S = S_0$ reell.

Für eine irreduzible reelle Darstellung einer Gruppe muß die Hermitesche Invariante mit der quadratischen übereinstimmen (weil nicht mehr als eine Form F den h Bedingungen $R'FR = F$ genügen kann). Im vorliegenden Falle ist dies leicht durch die Rechnung zu bestätigen. Denn die quadratische Form E geht durch die Substitution $E+F$ in $(E+F')E(E+F)$ über und die Hermitesche Form F in

$$(E+F')F(E+F_0) = (E+F')(F+E).$$

Die Matrix

$$G = (E+F')(E+F) = (E+F_0)(E+F)$$

ist symmetrisch und wegen der Vertauschbarkeit von F und F_0 reell, und da G als Hermitesche Form mit F äquivalent ist, so ist G eine positive quadratische Form. Diese kann man durch eine reelle Substitution in die Hauptform E überführen, und so erhält man eine der gegebenen äquivalente Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch reelle orthogonale Substitutionen.

§ 2.

Die Methode des Hrn. Autonne unterscheidet sich von dem eben benutzten Beweisverfahren in folgenden Punkten: Während wir die quadratische Invariante G in die Hauptform transformiert haben, denkt er sich von vornherein die Hermitesche Invariante F in E übergeführt. Dann ist

(1.) $$R'R_0 = R_0R' = E$$

und

(2.) $$R'GR = G.$$

Daraus folgt

$$GR = R_0G\,, \qquad G_0R_0 = RG_0$$

und mithin

$$(G_0G)R = G_0R_0G = R(G_0G).$$

Ist also die Darstellung irreduzibel, so muß $G_0G = cE$ sein. Da E und $G_0G = G_0G'$ positive Hermitesche Formen sind, so ist c reell und positiv, und wenn man G durch $\sqrt{c}G$ ersetzt, so ist

(3.) $$G_0G = GG_0 = E\,, \qquad G_0 = G^{-1}.$$

Diese Gleichung, deren Bestehen in dem Beweise des Hrn. AUTONNE vorausgesetzt wird, ist so zunächst als eine Folge der hier gemachten Annahmen erwiesen. Wenn nun die Determinante von $E + G$ von Null verschieden ist, so ist

$$G = \frac{E + G}{E + G_0},$$

und wenn man dies in $GRG^{-1} = R_0$ einsetzt, erhält man

$$(E + G)\,R(E + G)^{-1} = (E + G_0)\,R_0(E + G_0)^{-1}.$$

Dies besonders einfache Verfahren des obigen Beweises ist nun aber hier nicht allgemein zulässig, und man ist genötigt, einen komplizierteren Weg einzuschlagen, um G auf die Form

$$G = \frac{\Phi(G)}{\Phi_0(G_0)}$$

zu bringen, wo $\Phi(r)$ eine ganze Funktion der Variabeln r ist, und $\Phi_0(r)$ aus $\Phi(r)$ hervorgeht, indem man jeden Koeffizienten durch die konjugiert komplexe Größe ersetzt.

Da die Determinante von G von Null verschieden ist, so gibt es eine ganze Funktion $\Phi(G) = H$, die der Bedingung $H^2 = G$ genügt. (*Über die cogredienten Transformationen der bilinearen Formen*, Sitzungsberichte 1896, S. 10.) Als Funktion von G ist $H = H'$ ebenfalls symmetrisch, und da $H_0 = \Phi_0(G_0) = \Phi_0(G^{-1})$ auch eine Funktion von G ist, so ist H mit H_0 vertauschbar. Daher ist

$$(HH_0)^2 = H^2H_0^2 = GG_0 = E.$$

Da $HH_0 = H'H_0$ eine positive HERMITEsche Form ist, so ist auch $HH_0 + E$ eine solche, hat also eine von Null verschiedene Determinante, und mithin folgt aus der Gleichung $(HH_0 + E)(HH_0 - E) = 0$ die Relation

$$HH_0 = E.$$

Aus

$$GRG^{-1} = R_0\,, \qquad H^2RH^{-2} = R_0$$

ergibt sich demnach, daß

$$HRH^{-1} = H_0R_0H_0^{-1} = S$$

eine reelle Substitution ist.

Die quadratische Invariante G und die HERMITEsche Form E gehen durch die Substitution H^{-1} in

$$H'^{-1}GH^{-1} = E\,, \qquad H_0'^{-1}EH^{-1} = E$$

über. Demnach sind die transformierten Substitutionen S orthogonale.

Wendet man dieselbe Methode auf eine irreduzible Darstellung der zweiten Art an, so gelangt man zu einem zwar weniger einfachen, aber doch der Erwähnung werten Ergebnis. In der Gleichung (2.) ist dann, wie wir in § 3 zeigen werden, $G = -G'$ eine alternierende Matrix, deren Grad, da ihre Determinante nicht verschwindet, eine gerade Zahl $f = 2n$ sein muß. Durch Verbindung mit der Gleichung (1.) erhält man bei passender Wahl des konstanten Faktors von G

$$(4.) \qquad G'G_0 = E \; , \qquad GG_0 = -E \, ,$$

und wenn wie oben $H^2 = G$ ist, so sind je zwei der Matrizen H, H' und H_0 als Funktionen von G vertauschbar, und es ist

$$H'H_0 = E$$

(aber nicht $H' = H$). Durch die Substitution H^{-1} geht die alternierende Form G und die Hermitesche Form E in

$$H'^{-1}GH^{-1} = L \; , \qquad H'^{-1}EH_0^{-1} = E$$

über. Da $G = H^2$ ist, so ist die alternierende Form

$$L = H'^{-1}H = H_0 H = HH_0 :$$

sie ist also reell, und genügt der Gleichung

$$L^2 = H^2 H_0^2 = GG_0 = -E \, .$$

Von den Elementarteilern ihrer charakteristischen Determinante $|sE-L|$ sind daher n gleich $s-i$ und n gleich $s+i$. Sei

$$(5.) \qquad J = \begin{pmatrix} 0 & -E \\ E & 0 \end{pmatrix} ,$$

wo E in der Klammer die Hauptmatrix des Grades n bezeichnet. Dann ist auch J eine reelle alternierende Form, die der Gleichung $J^2 = -E$ genügt. Mithin kann L durch eine reelle orthogonale Substitution in J transformiert werden. (*Über die cogredienten Transformationen der bilinearen Formen* § 3, Sitzungsberichte 1896, S. 15.) Eine solche Substitution läßt aber die Hermitesche Form E ungeändert. So erhält man für die Darstellungen der zweiten Art eine Normalform, für welche die Hermitesche Form gleich E und die alternierende Invariante gleich J ist. Ist

$$R = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$$

eine Substitution von $\mathfrak{H}$, so folgt aus $JR = R_0 J$, daß $C = -B_0$ und $D = A_0$ ist, also R die Form

$$R = \begin{pmatrix} A & B \\ -B_0 & A_0 \end{pmatrix}$$

hat. Zwischen A und B bestehen dann Beziehungen, die sich aus den Gleichungen

$$R R' = R'R_0 = E$$

ergeben.

Anmerkung. Die Methode des Herrn AUTONNE läßt sich auch auf die in § 1 gemachten Voraussetzungen anwenden. Sei $H = \Phi(F)$ eine ganze Funktion von F, die der Gleichung $H^2 = F$ genügt. Da die charakteristischen Wurzeln $a, b, c, \ldots$ von F alle reell und positiv sind, so sind die Koeffizienten von $\Phi(r)$ alle reell. Mithin ist $H' = H_0$ eine HERMITEsche Form. Bei der Bestimmung von $\Phi(r)$ können die Vorzeichen von $\sqrt{a}, \sqrt{b}, \sqrt{c} \cdots$ beliebig angenommen werden. Wählt man sie alle positiv, so wird H eine positive Form. Dann sind auch H' und $H'HH_0$ positive Formen, und folglich ist die Determinante von $H' + H'HH_0 = H'(E - HH_0)$, also auch die von $E - HH_0$ von Null verschieden. Daraus ergibt sich wie oben die Gleichung

$$HH_0 = E.$$

Durch die Substitution H geht F in

$$H'FH_0 = E$$

über, und mithin sind die transformierten Substitutionen

$$H^{-1}RH = H_0^{-1}R_0H,$$

die reell sind, zugleich orthogonal.

§ 3.

Wenn die Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch die Matrizen $A, B, C, \cdots, R, \cdots$ reell ist oder einer reellen äquivalent ist, so ist auch der ihr entsprechende Charakter $\chi(R)$ reell. Denn

(1.) $$\chi(R) = \sum r_{\alpha\alpha}$$

ist die Summe der Diagonalelemente der Matrix R und hat für äquivalente Matrizen $P^{-1}RP$ denselben Wert.

Wenn umgekehrt der Charakter $\chi(R)$ einer Darstellung reell ist (d. h. wenn die h Werte von $\chi(R)$ sämtlich reell sind), so braucht darum keine der ihm entsprechenden Darstellungen reell zu sein. Wenn der Charakter $\chi(R)$ imaginär ist (d. h. wenn die h Werte von $\chi(R)$ nicht alle reell sind), so kann nach (1.) keine der ihm entsprechenden (unter sich äquivalenten) Darstellungen reell sein. Demnach sind hier drei Fälle zu unterscheiden:

I. Eine dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende Darstellung ist reell.

II. Der Charakter $\chi(R)$ ist zwar reell, ihm entspricht aber keine reelle Darstellung.

III. $\chi(R)$ ist imaginär.

Bilden die h Matrizen

$$(2.)\qquad A, B, C, \cdots$$

eine Darstellung von $\mathfrak{H}$, so bilden die Matrizen

$$(3.)\qquad A'^{-1}, B'^{-1}, C'^{-1}, \cdots$$

ebenfalls eine Darstellung. Denn ist etwa $AB = C$, so ist auch $A'^{-1}B'^{-1} = C'^{-1}$. Der Gleichung $F^{-1}R'^{-1}F = R_0$ zufolge ist sie der zu (2.) konjugiert komplexen Darstellung $A_0, B_0, C_0, \cdots$ äquivalent. Ist die eine dieser beiden *inversen* Darstellungen irreduzibel, so ist es auch die andere. Entspricht der ersten der Charakter $\chi(R)$, so entspricht der andern der *inverse* Charakter $\chi(R^{-1})$ (weil konjugierte Matrizen dieselben Diagonalelemente haben). Nun sind $\chi(R)$ und $\chi(R^{-1})$ immer konjugiert komplexe Größen. Ist also $\chi(R)$ reell, so ist $\chi(R^{-1}) = \chi(R)$, demnach sind die beiden Darstellungen (2.) und (3.) äquivalent. Es gibt also eine Matrix G, deren Determinante nicht verschwindet und die den h Gleichungen $GRG^{-1} = R'^{-1}$ genügt. Schreibt man diese in der Form

$$(4.)\qquad R'GR = G,$$

so kann G als eine bilineare Form aufgefaßt werden, die von den h Substitutionen R der Gruppe $\mathfrak{H}$ in sich transformiert wird.

Wenn es umgekehrt eine bilineare Form G gibt, die den h Gleichungen (4.) genügt, so ist $GR = R'^{-1}G$. Ist die Darstellung (2.) irreduzibel, so muß daher die Determinante von G von Null verschieden sein. Dies folgt aus dem Satze (*Neue Begründung der Theorie der Gruppencharaktere* § 2, Sitzungsberichte 1905, S. 409):

Es seien X und X' zwei irreduzible Gruppenmatrizen der Grade f und f'. Ist dann P eine konstante Matrix mit f Zeilen und f' Spalten, für die die Gleichung $XP = PX'$ besteht, so ist entweder $P = 0$, oder es sind X und X' äquivalent, und P ist eine quadratische Matrix des Grades $f = f'$ von nicht verschwindender Determinante.

Daher ist $GRG^{-1} = R'^{-1}$, und folglich ist $\chi(R) = \chi(R^{-1})$ ein reeller Charakter.

Ist die betrachtete Darstellung irreduzibel, so kann es nicht mehr als eine bilineare Form G geben, die den Bedingungen (4.) genügt. Denn ist $H = R'HR$ eine zweite, so ist $R(G^{-1}H) = (G^{-1}H)R$, und mithin ist $G^{-1}H = cE$, wo c eine Konstante ist und $H = cG$. Nun folgt aber aus den Gleichungen (4.) durch Übergang zu den konjugierten Matrizen $R'G'R = G'$. Daher ist $G' = cG$, und wenn man die konjugierten Matrizen nimmt, $G = cG'$ und mithin $G = c^2G$, demnach $c = \pm 1$. Die Form G ist also entweder symmetrisch oder alternierend. Ist sie symmetrisch, so kann sie durch eine (vielleicht

imaginäre) Substitution in E transformiert werden. Nach dem in § 1 entwickelten Satze ist daher die Darstellung (2.) einer reellen äquivalent. Umgekehrt gibt es, wenn dies der Fall ist, eine quadratische Form G, welche die Substitutionen von $\mathfrak{H}$ zuläßt. Ist also der Charakter $\chi(R)$ reell, ohne daß ihm eine reelle Darstellung von $\mathfrak{H}$ entspricht, so muß G alternierend sein und umgekehrt. Demnach haben wir für das Eintreten eines der drei oben unterschiedenen Fälle das folgende Kriterium:

I. Es gibt eine symmetrische bilineare Form, welche die Substitutionen von $\mathfrak{H}$ zuläßt.

II. Es gibt eine alternierende Form.

III. Es gibt keine Form dieser Art.

Wir wollen dem Charaker $\chi(R)$ eine in der Gleichung $G' = cG$ auftretende Konstante c zuordnen, die im ersten Falle gleich $+1$, im zweitten -1 ist, und die im dritten Falle gleich 0 sein soll. So entsprechen den k Charakteren $\chi^{(\kappa)}(R)$ der Gruppe $\mathfrak{H}$ k Konstanten c_κ. Ist $c_\kappa = -1$, so ist der Grad f_κ stets eine gerade Zahl, weil eine alternierende Determinante unpaaren Grades verschwindet.

§ 4.

Sei $U = (u_{\alpha\beta})$ eine Matrix, deren f^2 Elemente $u_{\alpha\beta}$ unabhängige Variable sind. Dann ist

$$\sum_R R'UR = G$$

eine bilineare Form, welche die h Substitutionen von $\mathfrak{H}$ zuläßt. Denn es ist

$$A'GA = \sum_R (RA)'U(RA) = \sum_R R'UR = G.$$

Im dritten Falle muß daher G identisch verschwinden. Folglich ist

$$\sum_R \sum_{\alpha,\beta} r_{\alpha\gamma} u_{\alpha\beta} r_{\beta\delta} = 0$$

und mithin

$$\sum_R r_{\alpha\gamma} r_{\beta\delta} = 0.$$

Nun sind die f^2 Größen

$$\sum r_{\alpha\gamma} r_{\gamma\beta} = r^{(2)}_{\alpha\beta}$$

die Elemente der Matrix R^2. Daher ist

$$\sum_R R^2 = 0,$$

und weil $\chi(R)$ die Spur von R ist,

$$\sum_R \chi(R^2) = 0.$$

In jedem Falle ist $G = cG'$, folglich

$$\sum_R \sum_{\alpha,\beta} r_{\alpha\gamma} u_{\alpha\beta} r_{\beta\delta} = c \sum_R \sum_{\alpha,\beta} r_{\alpha\delta} u_{\alpha\beta} r_{\beta\gamma}.$$

mithin

(1.) $$\sum_R r_{\alpha\gamma}\, r_{\beta\delta} = c \sum_R r_{\alpha\delta}\, r_{\beta\gamma}$$

und speziell

$$\sum_R r_{\kappa\lambda}\, r_{\lambda\kappa} = c \sum_R r_{\kappa\kappa}\, r_{\lambda\lambda}.$$

Nun ist

$$\sum_\kappa r_{\kappa\kappa} = \chi(R), \qquad \sum_{\kappa,\lambda} r_{\kappa\lambda}\, r_{\lambda\kappa} = \sum_\kappa r^{(2)}_{\kappa\kappa} = \chi(R^2)$$

und demnach

$$\sum_R \chi(R^2) = c \sum_R \chi(R)\,\chi(R).$$

Es ist aber

(2.) $$\sum_R \chi(R^{-1})\,\chi(R) = h,$$

und wenn ψ ein von χ verschiedener Charakter ist,

(3.) $$\sum_R \psi(R^{-1})\,\chi(R) = 0.$$

Mithin ist im dritten Falle

$$\sum_R \chi(R)\,\chi(R) = 0,$$

in den beiden ersten aber

$$\sum_R \chi(R)\,\chi(R) = h.$$

In Verbindung mit der obigen Gleichung ergibt sich daher für alle drei Fälle die Relation

(4.) $$\sum_R \chi(R^2) = ch,$$

wodurch die dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende Konstante c bestimmt ist.

Die Matrix ΣR^2 ist mit jeder Matrix der Gruppe $\mathfrak{H}$ vertauschbar, also gleich

(5.) $$\sum_R R^2 = \frac{ch}{f} E.$$

Denn es ist

$$A^{-1}(\Sigma R^2)A = \Sigma (A^{-1}RA)^2 = \Sigma R^2,$$

weil $A^{-1}RA$ zugleich mit R die h Matrizen der Gruppe $\mathfrak{H}$ durchläuft. Jene Matrix kann sich daher von E nur durch einen konstanten Faktor unterscheiden, dessen Wert sich durch Vergleichung der Spuren ergibt.

Aus der Gleichung (5.) folgt

$$\sum_R AR^2 = \frac{ch}{f} A,$$

und daraus durch Vergleichung der Spuren

(6.) $$\sum_R \chi(AR^2) = \frac{ch}{f}\,\chi(A).$$

Nimmt man in der Summe

$$\sum_S \chi^{(\lambda)}(S^2) = c_\lambda h$$

die Glieder zusammen, für die S^2 denselben Wert R hat, so erhält man

$$\sum_R \zeta(R)\chi^{(\varkappa)}(R) = c_\varkappa h\,,$$

wo $\zeta(R)$ die Anzahl der Matrizen S von $\mathfrak{H}$ ist, die der Gleichung $S^2 = R$ genügen. Durch Auflösung dieser Gleichungen ergibt sich, da $\zeta(R) = \zeta(R^{-1})$ ist,

$$(7.)\qquad \zeta(R) = \sum_\varkappa c_\varkappa \chi^{(\varkappa)}(R)\,.$$

Die Anzahl der Lösungen S der Gleichung $S^2 = R$ ist

$$\zeta(R) = \sum_\varkappa c_\varkappa \chi^{(\varkappa)}(R)\,.$$

In dieser Summe ist $c_\varkappa = 0$, wenn $\chi^{(\varkappa)}(R)$ imaginär ist. Ist aber der Charakter $\chi^{(\varkappa)}(R)$ reell, so ist $c_\varkappa = +1$ oder -1, je nachdem ihm eine reelle Darstellung der Gruppe entspricht oder nicht.

Speziell ist die Anzahl $m = \zeta(E)$ der Lösungen der Gleichung $S^2 = E$ gleich

$$(8.)\qquad m = \sum_\varkappa c_\varkappa f_\varkappa\,,$$

also gleich dem Überschuß der Summe der Grade der reellen Darstellungen über die Summe der Grade der imaginären mit reellem Charakter. Die letztere Summe ist folglich stets kleiner als die erstere.

Die Formel (7.) kann man auch aus der Gleichung (6.) ableiten. Allgemeiner ist

$$(9.)\qquad h^{\mu-1}\sum_\lambda \frac{c_\lambda^\mu}{f_\lambda^{\mu-2}}$$

die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$(10.)\qquad R_1^2 R_2^2 \cdots R_\mu^2 = E\,.$$

Insbesondere ist (für $\mu = 2$) die Anzahl der Lösungen der Gleichung $R^2 = S^2$ gleich h mal der Anzahl der reellen Charaktere.

§ 5.

Die im vorigen Paragraphen durchgeführten Rechnungen kann man durch die folgende Überlegung ersetzen (vgl. Molien, *Über die Invarianten der linearen Substitutionsgruppen*, Sitzungsberichte 1897): Ist

$$(1.)\qquad x_\alpha = \sum_\varkappa r_{\alpha\varkappa} y_\varkappa$$

die lineare Substitution, deren Matrix R ist, so ist

$$x_\alpha x_\beta = \sum_{\varkappa,\lambda} r_{\alpha\varkappa} r_{\beta\lambda} y_\varkappa y_\lambda\,.$$

Aus der gegebenen Substitution, wodurch für die f Variabeln x_α die f neuen Variabeln y_α eingeführt werden, ergibt sich so eine neue Substitution

(2.) $$x_{\alpha\beta} = \sum_{\kappa,\lambda} \frac{1}{2}(r_{\alpha\kappa} r_{\beta\lambda} + r_{\alpha\lambda} r_{\beta\kappa}) y_{\kappa\lambda} ,$$

wodurch für die $\frac{1}{2}f(f+1)$ Variabeln $x_{\alpha\beta} = x_{\beta\alpha}$ ebenso viele neue Variabeln $y_{\alpha\beta} = y_{\beta\alpha}$ eingeführt werden. Die Spur dieser Substitution ist

(3.) $$\frac{1}{2}(\chi(R)\chi(R) + \chi(R^2)) .$$

Wenn es nun eine quadratische Form $G = \sum a_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$ gibt, welche die Substitution (1.) zuläßt, so ist $\sum a_{\alpha\beta} x_{\alpha\beta}$ eine lineare Form, die von der Substitution (2.) in sich transformiert wird, und umgekehrt.

Bilden die h Substitutionen (1.) eine Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$, so bilden auch die h neuen Substitutionen (2.) eine solche Darstellung. In dieser kommt in dem betrachteten Falle die Hauptdarstellung vor, und zwar nur einmal, weil es nicht mehr als eine quadratische Form wie G gibt. Folglich ist in diesem Falle

(4.) $$\sum_R \frac{1}{2}(\chi(R)\chi(R) + \chi(R^2)) = h .$$

Ist ferner

$$x'_\alpha = \sum_\nu r_{\alpha\nu} y'_\nu$$

die Substitution (1.), in anderen Variabeln geschrieben, so ist

$$x_\alpha x'_\beta - x_\beta x'_\alpha = \sum_{\kappa,\lambda} (r_{\alpha\kappa} r_{\beta\lambda} - r_{\alpha\lambda} r_{\beta\kappa})(y_\kappa y'_\lambda - y_\lambda y'_\kappa) .$$

Auf diese Weise ergibt sich aus (1.) die Substitution

(5.) $$x_{\alpha\beta} = \sum_{\kappa,\lambda} (r_{\alpha\kappa} r_{\beta\lambda} - r_{\alpha\lambda} r_{\beta\kappa}) y_{\kappa\lambda}$$

vom Grade $\frac{1}{2}f(f-1)$, deren Spur ist

(6.) $$\frac{1}{2}(\chi(R)\chi(R) - \chi(R^2)) .$$

Wenn es nun eine alternierende Form gibt, welche die h Substitutionen R zuläßt, so enthält der (zusammengesetzte) Charakter (6.) den Hauptcharakter einmal und nur einmal, und folglich ist in diesem Falle

(7.) $$\sum \frac{1}{2}(\chi(R)\chi(R) - \chi(R^2)) = h .$$

Wenn aber keine bilineare Form G die Substitutionen von $\mathfrak{H}$ zuläßt, so hat jede der beiden eben berechneten Summen den Wert Null. Demnach ist allgemein

(8.) $$\sum_R \chi(R^2) = ch .$$

Daß es nicht mehr als eine bilineare Form G gibt, die den Bedingungen $R'GR = G$ genügt, braucht in der obigen Entwicklung nicht benutzt zu werden. Denn ist die Summe (4.) gleich hp und (7.) gleich hq, so ist $p+q = 1$, weil $\Sigma\chi(R)\chi(R) = h$ ist, und folglich ist von den beiden positiven ganzen Zahlen p und q die eine 0 und die andere 1.

Das Vorkommen des Falles $c = -1$ ist schon früher direkt (*Über eine Klasse von endlichen Gruppen linearer Substitutionen*, Sitzungsberichte 1903, S. 80) an dem Beispiele der Quaternionengruppe gezeigt worden. Diese Gruppe der Ordnung $h = 8$ enthält 2 invariante Elemente E und F. Das Quadrat jedes der 6 andern Elemente G ist $G^2 = F$, während $F^2 = E$ ist. Von den 5 irreduzibeln Darstellungen der Gruppe sind 4 linear, die fünfte quadratisch. Ist χ der Charakter der letzteren, so ist $\chi(E) = 2$, $\chi(F) = -2$ und $\chi(G) = 0$. Daher ist

$$\sum_R \chi(R^2) = 2\chi(E) + 6\chi(F) = -8 = -h\,,$$

und mithin entspricht diesem reellen Charakter keine reelle Darstellung.

Andere Beispiele liefern die (erweiterten) Gruppen des Tetraeders, Oktaeders und Ikosaeders, deren Charaktere in der Arbeit *Über die Composition der Charaktere einer Gruppe*, Sitzungsberichte 1899, S. 339 mitgeteilt sind, und zwar tritt der Fall $c = -1$ bei der Darstellung (4.) der Tetraedergruppe, den Darstellungen (5.), (6.) und (7.) der Oktaedergruppe und den Darstellungen (5.), (6.), (7.) und (8.) der Ikosaedergruppe ein. Etwas wesentlich Neues aber liefern diese Beispiele nicht, weil alle diese Gruppen die Quaternionengruppe enthalten.

Daß diese Gruppen Darstellungen der zweiten Art enthalten, kann man auch aus dem folgenden leicht zu beweisenden Satze schließen:

Jede endliche Gruppe, die nur ein Element der Ordnung 2 enthält, und keinen Charakter der zweiten Art besitzt, ist das direkte Produkt einer zyklischen Gruppe der Ordnung 2 und einer Gruppe ungerader Ordnung.

Umgekehrt besitzt eine Gruppe, die ein solches direktes Produkt ist, keine Darstellung der zweiten Art.

§ 6.

Durchläuft R die h Elemente der Gruppe $\mathfrak{H}$, so stellt $R^{-1}AR$ die sämtlichen mit A *konjugierten* Elemente dar (und jedes gleich oft). Nun ist $(R^{-1}AR)^\alpha = R^{-1}A^\alpha R$. Sind daher

(1.) $$A, B, C, \cdots$$

die Elemente einer Klasse (von konjugierten Elementen), so sind

(2.) $$A^\alpha, B^\alpha, C^\alpha, \cdots$$

ebenfalls die sämtlichen Elemente einer Klasse. Ist ferner α relativ prim zu h, so sind die Elemente (2.) auch untereinander verschieden. In diesem Falle nennen wir die beiden Klassen (1.) und (2.) *konjugiert*. Sind zwei Klassen einer dritten konjugiert, so sind sie es auch untereinander.

Sind speziell die beiden Klassen (1.) und (2.) einander gleich, so sagen wir, die Klasse (1.) läßt die Substitution (R, R^{α}) zu. Eine Klasse, welche die Substitution (R, R^{-1}) zuläßt, heißt eine *zweiseitige* Klasse.

Ist α relativ prim zu h, so durchläuft R^{α} gleichzeitig mit R die h Elemente von $\mathfrak{H}$, nur in anderer Reihenfolge. Daher unterscheiden sich die h Werte $\chi(R^{\alpha})$ von den h Werten $\chi(R)$ eines Charakters χ nur durch die Anordnung. Nun ist jeder einzelne Wert $\chi(R)$ eine ganze Funktion einer primitiven h^{ten} Einheitswurzel ε mit ganzzahligen Koeffizienten, und $\chi(R^{\alpha})$ geht daraus hervor, indem man ε durch die (algebraisch) konjugierte Zahl ε^{α} ersetzt. Die h Werte $\chi(R)$ können aber als eine Lösung eines gewissen Systems algebraischer Gleichungen mit rationalen Koeffizienten definiert werden. Demnach genügt $\chi(R^{\alpha}) = \psi(R)$ den nämlichen Gleichungen, und ist folglich ein Charakter von $\mathfrak{H}$. Zwei solche Charaktere nennen wir *konjugiert*. Ist $\psi(R) = \chi(R)$, so sagen wir, der Charakter $\chi(R)$ läßt die Substitution (R, R^{α}) zu. Dann gilt der Satz:

Die Anzahl der Charaktere, welche die Substitution (R, R^{α}) zulassen, ist gleich der Anzahl der Klassen, welche dieselbe Eigenschaft besitzen.

Um dies zu beweisen, betrachten wir die Summe

$$s = \sum_{\varkappa} \sum_{R} \chi^{(\varkappa)}(R^{-1})\chi^{(\varkappa)}(R^{\alpha}).$$

Wenn der Charakter $\chi^{(\varkappa)}$ die Substitution (R, R^{α}) nicht zuläßt, so ist $\chi^{(\varkappa)}(R^{\alpha}) = \chi^{(\lambda)}(R)$ ein von $\chi^{(\varkappa)}$ verschiedener Charakter, und mithin ist

$$\sum_{R} \chi^{(\varkappa)}(R^{-1})\chi^{(\varkappa)}(R^{\alpha}) = \sum_{R} \chi^{(\varkappa)}(R^{-1})\chi^{(\lambda)}(R) = 0\,.$$

Wenn aber $\chi^{(\varkappa)}$ jene Substitution zuläßt, so ist diese Summe gleich h. Folglich ist $s = hm$, wo m die Anzahl der Charaktere ist, welche die Substitution (R, R^{α}) zulassen.

Ferner ist die Summe

$$\sum_{\varkappa} \chi^{(\varkappa)}(R^{-1})\chi^{(\varkappa)}(R^{\alpha}) = 0\,,$$

wenn R und R^{α} nicht konjugiert sind. Sind sie es aber, so ist jene Summe gleich $\dfrac{h}{h_R}$. Denselben Wert hat sie für jedes der h_R Elemente der Klasse, der R angehört. Diese Klasse läßt die Substitution (R, R^{α}) zu, und wenn man über die h_R Elemente dieser Klasse summiert, so

erhält man $\frac{h}{h_R}\cdot h_R = h$. Folglich ist $s = hm'$, wo m' die Anzahl der Klassen ist, welche die Substitution (R, R^{-1}) zulassen. Demnach ist $m = m'$. Speziell gilt der Satz:

Die Anzahl der reellen Charaktere einer Gruppe ist gleich der Anzahl der zweiseitigen Klassen.

Durchläuft sowohl R wie S die h Elemente von $\mathfrak{H}$, so ist hm die Anzahl der Lösungen der Gleichung $SRS^{-1} = R^{-1}$. Denn diese Gleichung hat nur dann eine Lösung, wenn R einer zweiseitigen Klasse angehört. Ist R eins der h_R Elemente einer solchen Klasse, so gibt es $\frac{h}{h_R}$ Elemente, die mit R vertauschbar sind, und ebenso viele, die R in das konjugierte Element R^{-1} transformieren. Setzt man für R der Reihe nach die h_R Elemente einer solchen Klasse, so erhält man $\frac{h}{h_R} h_R = h$ Lösungen, und demnach hat die Gleichung $SRS^{-1} = R^{-1}$ im ganzen hm Lösungen. Ersetzt man R durch RS^{-1}, so nimmt jene Gleichung die Gestalt

$$(3.) \qquad R^2 = S^2$$

an (vgl. § 4).

Wenn man die Anzahl der irreduzibeln Darstellungen von $\mathfrak{H}$, die den drei in § 3 unterschiedenen Fällen entsprechen, mit k_1, k_2, k_3 bezeichnet, so ist

$$k_1 + k_2 + k_3 = k\,, \qquad k_1 + k_2 = m\,,$$

wo k die Anzahl der Klassen, m die der zweiseitigen Klassen bezeichnet. Die Einzelwerte dieser Zahlen haben wir nicht ermitteln können. Die Zahl k_3 ist immer gerade, weil jedem imaginären Charakter $\chi(R)$ der von ihm verschiedene konjugiert imaginär oder inverse Charakter $\chi(R^{-1})$ entspricht. Die Zahlen k_2 und k_3 können verschwinden, k_1 ist immer >0, weil der Hauptcharakter von der ersten Art ist.

Ist h ungerade, so ist $m = 1$ und folglich $k_1 = 1$, $k_2 = 0$, $k_3 = k-1$, d. h. es sind alle Charaktere außer dem Hauptcharakter imaginär. Dies kann man, wie Hr. Burnside (Proc. of the London Math. Soc. Bd. 33, S. 168) bemerkt hat, auch direkt aus der Gleichung

$$\sum_R \chi(R) = 0$$

ableiten, die für jeden Charakter, außer dem Hauptcharakter gilt. Da h ungerade ist, so genügt nur das Hauptelement E der Gleichung $R^2 = E$, sonst aber sind R und R^{-1} verschieden, daher kann man die obige Gleichung in der Form

$$\chi(E) + \Sigma'(\chi(R) + \chi(R^{-1})) = 0$$

schreiben, wo sich die Summe nur über $\frac{1}{2}(h-1)$ Elemente erstreckt. Wäre nun $\chi(R)$ reell, so wäre $\chi(R^{-1}) = \chi(R)$ und mithin

$$2\,\Sigma'\chi(R) = -f.$$

Folglich wäre $\frac{1}{2}f$ eine ganze algebraische und demnach eine ganze rationale Zahl, während doch f als Divisor von h ungerade ist.

Ist aber h gerade, so ist $k_1 > 1$, es gibt also mindestens eine reelle Darstellung von $\mathfrak{H}$, außer der trivialen, die dem Hauptcharakter entspricht. Dies folgt aus der Relation $h = \Sigma f_\varkappa^2$. Teilt man diese Summe in 3 Teile, entsprechend den 3 Arten von Darstellungen, so erhält man

$$h = \Sigma f_\alpha^2 + \Sigma f_\beta^2 + \Sigma f_\gamma^2.$$

In der dritten Summe sind die Glieder paarweise einander gleich, weil inverse Charaktere denselben Grad haben. In der zweiten ist jede einzelne der Zahlen f_β gerade. Daher ist die erste Summe gerade, und da für den Hauptcharakter $f_0 = 1$ ist, so muß sie aus mindestens zwei Gliedern bestehen (und es muß außer f_0 noch mindestens eine der Zahlen f_α ungerade sein).

Sind $\mu, \nu, \rho, \cdots$ mehrere zu h teilerfremde Zahlen, so kann man die Klassen und die Charaktere zählen, welche die Substitutionen (R, R^μ), (R, R^ν), (R, R^ρ), $\cdots$ gleichzeitig zulassen. Ob aber diese beiden Anzahlen übereinstimmen, haben wir nicht ergründen können. Aus dem obigen Satze aber ergibt sich noch eine merkwürdige Folgerung:

Durchläuft μ die $p = \varphi(h)$ Zahlen, die zu h teilerfremd sind, so sei p_λ die Anzahl der Substitutionen (R, R^μ), welche die λ^{te} Klasse von $\mathfrak{H}$ zuläßt, und q_μ die Anzahl der Klassen, welche eine bestimmte Substitution (R, R^μ) zulassen. Dann ist $\Sigma p_\lambda = \Sigma q_\mu$ die Anzahl der Paare (λ, μ), die man erhält, indem man jedesmal den Index λ einer der k Klassen mit der Zahl μ kombiniert, falls die λ^{te} Klasse die Substitution (R, R^μ) zuläßt.

Ebenso sei p'_λ die Anzahl der Substitutionen (R, R^μ), welche der Charakter $\chi^{(\lambda)}(R)$ zuläßt, und q'_μ die Anzahl der Charaktere, welche die Substitution (R, R^μ) zulassen. Dann ist ebenso $\Sigma p'_\lambda = \Sigma q'_\mu$.

Nach jenem Satze ist nun $q_\mu = q'_\mu$ und mithin $\Sigma p_\lambda = \Sigma p'_\lambda$. Da die λ^{te} Klasse p_λ Substitutionen (R, R^μ) zuläßt, so ist diese Klasse mit $\frac{p}{p_\lambda}$ verschiedenen Klassen konjugiert, und jede dieser $\frac{p}{p_\lambda}$ Klassen läßt ebenfalls p_λ Substitutionen zu. Der auf diese $\frac{p}{p_\lambda}$ Klassen bezügliche

Teil der Summe $\Sigma\, p_\lambda$ ist daher gleich $\frac{p}{p_\lambda}\, p_\lambda = p$. Mithin ist die ganze Summe gleich pl, wo l die Anzahl der nicht konjugierten Klassen bezeichnet. Ebenso ist $\Sigma\, p'_\lambda = pl'$, wo l' die Anzahl der nicht konjugierten Charaktere ist. Folglich ist $l = l'$.

Die Anzahl der nicht konjugierten Klassen ist gleich der Anzahl der nicht konjugierten Charaktere.

Diese Anzahl ist gleich der Anzahl der verschiedenen im Körper der rationalen Zahlen irreduzibeln Darstellungen der Gruppe.

§ 7.

Die bisher erhaltenen Resultate lassen sich verallgemeinern, indem man voraussetzt, es gibt eine bilineare Form G, die von den Substitutionen der Gruppe $\mathfrak{H}$ in sich transformiert wird, mit konstanten Faktoren multipliziert. Die in den Gleichungen

(1.) $$R' G R = \eta_R G$$

auftretenden Konstanten η_R haben die Eigenschaft

(2.) $$\eta_R \eta_S = \eta_{RS},$$

bilden also einen linearen Charakter von $\mathfrak{H}$. Ist die betrachtete Darstellung irreduzibel, so muß die Determinante von G von Null verschieden sein, und es kann, wenn der lineare Charakter $\eta_R = \eta(R)$ gegeben ist, nicht mehr als eine bilineare Form G geben, die den Bedingungen (1.) genügt. Diese Form ist demnach entweder symmetrisch oder alternierend. Auch hier setzen wir, den drei möglichen Fällen entsprechend $c = 1, -1$ oder 0, so daß $G' = cG$ ist.

Ist die Form G symmetrisch, so kann sie in die Hauptform transformiert werden. Dann ist

(3.) $$R' R = R R' = \eta_R E,$$

und die Substitution $E + F$ führt dann die Matrix R in eine Matrix S über, die der Bedingung

(4.) $$S = \eta_R S_0$$

genügt. Demnach ist $\frac{1}{\sqrt{\eta_R}}\, S$ eine reelle Matrix.

Ist $\chi(R)$ der Charakter der betrachteten Darstellung, so ist $\frac{1}{\sqrt{\eta_R}}\, \chi(R)$ reell und demnach

(5.) $$\chi(R) = \eta_R \chi(R^{-1}).$$

Wenn umgekehrt diese Bedingung erfüllt ist, so gibt es eine (und nur eine) Form G, die der Bedingung (1.) genügt. Ist diese Form G

also alternierend, so gibt es keine dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende Darstellung, worin $\frac{1}{\sqrt{\eta_R}} R$ reell ist.

Der Bedingung (1.) genügt die Form

$$G = \Sigma\, \eta(R^{-1})\, R' U R\,. \tag{6.}$$

Ihre Betrachtung führt zu der Formel

$$\Sigma\, \eta(R^{-1})\, \chi(R^2) = ch \tag{7.}$$

für die Konstante c.

Sei $\zeta(R)$ die über die Lösungen S der Gleichung $S^2 = R$ ausgedehnte Summe

$$\zeta(R) = \sum_S \eta(S) \qquad (S^2 = R)\,. \tag{8.}$$

Dann ist

$$\zeta(R) = \sum_\varkappa c_\varkappa \chi^{(\varkappa)}(R)\,. \tag{9.}$$

Ist $\eta(R) = \mathfrak{F}(R)^2 = \mathfrak{F}(R^2)$ das Quadrat eines linearen Charakters, so sind die hier angedeuteten Resultate von den früheren nur unwesentlich verschieden. Denn dann ist $\mathfrak{F}(R^{-1})\,\chi(R)$ ein Charakter von $\mathfrak{H}$, und die Matrizen $\mathfrak{F}(R^{-1})\,R$ bilden eine ihm entsprechende Darstellung. Es gibt aber Beispiele, wo dies nicht der Fall ist, wie der Charakter (4.) der in § 5 erwähnten Oktaedergruppe, für den G alternierend ist.

§ 8.

Der in § 3 benutzte Hilfssatz läßt sich in folgender Art verallgemeinern: Seien X und X' zwei Gruppenmatrizen der Grade n und n', und sei P eine konstante Matrix, für welche die Gleichung $XP = PX'$ besteht. Ist dann r der Rang von P, so werde $n-r = s$ und $n'-r = t$ gesetzt. Man bestimme nun zwei Matrizen A und B der Grade n und n', deren Determinanten nicht verschwinden, so, daß die Matrix $APB = Q$ die Gestalt

$$Q = \begin{pmatrix} E_r & N_{rt} \\ N_{sr} & N_{st} \end{pmatrix}$$

annimmt. Setzt man dann

$$AXA^{-1} = X_1\,, \qquad B^{-1}X'B = X'_1\,,$$

so wird

$$X_1 Q = Q X'_1\,.$$

Schreibt man nun X_1 und X'_1 in den Formen

$$X_1 = \begin{pmatrix} X_{rr} & X_{rs} \\ X_{sr} & X_{ss} \end{pmatrix}, \qquad X'_1 = \begin{pmatrix} X'_{rr} & X'_{rt} \\ X'_{tr} & X'_{tt} \end{pmatrix},$$

so folgt

$$\begin{pmatrix} X_{rr} & N_{rt} \\ X_{sr} & N_{st} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'_{rr} & X'_{rt} \\ N_{sr} & N_{st} \end{pmatrix}.$$

Daher ist zunächst $X_{sr} = 0$ und $X'_{rt} = 0$, und demnach ist sowohl X wie X' reduzibel, außer wenn $r = n = n'$ ist. Ferner aber ist $X_{rr} = X'_{rr}$. Da $X_{sr} = 0$, so ist X_{rr} ein Bestandteil von X, und folglich haben die beiden Darstellungen einen Bestandteil des Grades r gemeinsam.

Ist die Gruppenmatrix $X = \Sigma R x_R$, so bilden die h Matrizen R eine Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$. Ist F eine dazu gehörige positive Hermitesche Form, so ist $R' F R_0 = F$. Wenn die Substitutionen R außerdem eine bilineare Form G von nicht verschwindender Determinante in sich transformieren, so ist $R' G R = G$. Mithin ist $G^{-1} R'^{-1} G = R$ und $F^{-1} R'^{-1} F = R_0$, und demnach sind die beiden konjugiert komplexen Darstellungen R und R_0 äquivalent. Ihre irreduzibeln Bestandteile müssen folglich übereinstimmen, und da für die Bestandteile von R_0 die konjugiert komplexen zu denen von R genommen werden können, so muß jeder irreduzible Bestandteil der dritten Art ebenso oft vorkommen wie der konjugiert komplexe. Sei S eine irreduzible Darstellung von $\mathfrak{H}$, die in der gegebenen Darstellung (durch die Matrizen R) g mal vorkommt. Ist also S von der dritten Art, so kommt S_0 darin auch g mal vor. Ferner aber gilt der Satz:

Die Zahl g ist gerade, erstens wenn G symmetrisch und S von der zweiten Art ist, zweitens wenn G alternierend und S von der ersten Art ist.

Sei die Form G symmetrisch, sei die Darstellung R vom Grade n, die darin genau g mal enthaltene irreduzible Darstellung S vom Grade f. Dann ist R einer zerfallenden Darstellung

$$\begin{pmatrix} P & 0 \\ 0 & Q \end{pmatrix}$$

äquivalent, wo P eine Darstellung des Grades fg ist, die in g mit S äquivalente Darstellungen zerfällt und Q eine Darstellung des Grades $n-fg$, die S nicht enthält. Ist

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$$

die quadratische Invariante, in die G für diese zerfallende Darstellung übergegangen ist, so ist

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P & 0 \\ 0 & Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P'^{-1} & 0 \\ 0 & Q'^{-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}.$$

Mithin ist

$$BQ = P'^{-1} B.$$

Nun ist die Darstellung P'^{-1} der Darstellung P_0 äquivalent, und folglich, wenn S von der zweiten Art ist, auch der Darstellung P. Daher haben die beiden Darstellungen Q und P'^{-1} keinen Bestandteil gemeinsam. Jene Gleichung kann daher nach dem oben entwickelten Prinzip

nicht anders bestehen, als wenn $B = 0$ ist. Ebenso ist $C = 0$. Daher ist A eine quadratische Form von nicht verschwindender Determinante, die der Gleichung $P'AP = A$ zufolge von den Substitutionen P in sich transformiert wird.

Die Darstellung P hat die Gestalt

$$P = \begin{pmatrix} S & 0 & 0 & \cdot \\ 0 & S & 0 & \cdot\cdot \\ 0 & 0 & S & \cdot\cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot \end{pmatrix}.$$

Entsprechend sei

$$A = (L_{\alpha\beta}) \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \ldots g),$$

wo $L_{\alpha\beta}$ eine Matrix des Grades f bezeichnet. Dann ist

$$S' L_{\alpha\beta} S = L_{\alpha\beta}.$$

Da die Darstellung S irreduzibel ist, so gibt es, von einem konstanten Faktor abgesehen, nur eine bilineare Form

$$M = (m_{\gamma\delta}) \qquad (\gamma, \delta = 1, 2, \ldots f),$$

die von den Substitutionen S in sich transformiert wird, und da S von der zweiten Art ist, so ist $M = -M'$ alternierend. Demnach ist $L_{\alpha\beta} = l_{\alpha\beta} M$. Da aber die Matrix A symmetrisch ist, so ist $L_{\beta\alpha} = L'_{\alpha\beta}$ und mithin $l_{\beta\alpha} = -l_{\alpha\beta}$. Nach einem bekannten Satze von Kronecker ist die Determinante von L

$$|L| = |l_{\alpha\beta}|^f \, |m_{\gamma\delta}|^g.$$

Daher ist die alternierende Determinante g^{ten} Grades $|l_{\alpha\beta}|$ von Null verschieden, und folglich ist g eine gerade Zahl. Genau in derselben Art kann man den zweiten Teil des obigen Satzes beweisen.

Nunmehr läßt sich der im § 1 erhaltene Satz auf reduzible Gruppen ausdehnen:

Jede endliche Gruppe orthogonaler Substitutionen ist einer reellen (orthogonalen) Gruppe äquivalent.

Die Substitutionen R der Gruppe $\mathfrak{H}$ seien orthogonal, oder allgemeiner, sie mögen eine quadratische Form G von nicht verschwindender Determinante in sich transformieren. Sei S eine irreduzible Darstellung von $\mathfrak{H}$, die genau g mal in R enthalten ist. Dann kann S, wenn die Darstellung von der ersten Art ist, als reell vorausgesetzt werden. Ist sie von der zweiten Art, so ist S mit S_0 äquivalent und g gerade. Daher können diese irreduzibelen Bestandteile von R so gewählt werden, daß sie sich zu Paaren konjugiert komplexer

$$T = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & S_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U + iV & 0 \\ 0 & U - iV \end{pmatrix}$$

zusammenfassen lassen. Dasselbe gilt von den Darstellungen der dritten Art. Setzt man nun entsprechend

$$\sqrt{2}\, H = \begin{pmatrix} E & iE \\ iE & E \end{pmatrix},$$

so wird

$$H^{-1} T H = \begin{pmatrix} U & -V \\ V & U \end{pmatrix}$$

reell. Wählt man S so, daß $S'S_0 = E$ ist, so ist auch $T'T_0 = E$. Da ebenfalls $H'H_0 = E$ ist, so hat auch $H^{-1}TH$ dieselbe Eigenschaft, ist also, weil es außerdem reell ist, orthogonal.

In der nämlichen Weise läßt sich der letzte Satz des § 2 ausdehnen.

Jede endliche Gruppe von Substitutionen, die eine alternierende Form von nicht verschwindender Determinante in sich transformieren, ist einer Gruppe äquivalent, für welche die HERMITE*sche Form gleich* E *und die alternierende gleich* J *wird.*

Wir wollen diese Form der Gruppe ihre *Normalform* nennen. Wir denken uns die Darstellung so transformiert, daß sie in lauter irreduzible Teile S zerfällt. Jede dieser irreduziblen Darstellungen S können wir als *unitär* annehmen, also so, daß $S'S_0 = E$ ist, oder daß die zugehörige HERMITEsche Form die Hauptform E ist. Ferner können wir von den Darstellungen der zweiten Art nach § 2 annehmen, daß sie bereits die Normalform besitzen. Endlich können wir voraussetzen, daß die Darstellungen der dritten Art paarweise konjugiert komplex, und die der ersten Art reell sind. Wir können dann jedes Paar konjugiert komplexer Darstellungen der dritten Art zu einer Darstellung

$$T = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & S_0 \end{pmatrix}$$

vereinigen, und ebenso können wir nach dem zweiten Teile des obigen Satzes mit den Darstellungen der ersten Art verfahren, nur daß dann $S_0 = S$ ist; für die Darstellungen der zweiten Art setzen wir $T = S$. Nun ist

$$\begin{pmatrix} 0 & -E \\ E & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & S_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_0 & 0 \\ 0 & S \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -E \\ E & 0 \end{pmatrix}$$

oder

$$JT = T_0 J$$

und da $T'T_0 = E$ ist

$$T'JT = J.$$

Auf diese Weise zerfällt die Darstellung in Bestandteile $T_1, T_2, T_3, \ldots$, welche die Formen $J_1, J_2, J_3, \ldots$ in sich transformieren mögen. Die zerlegbare Form

$$\begin{matrix} J_1 & 0 & 0 & . \\ 0 & J_2 & 0 & . \\ 0 & 0 & J_3 & . \\ . & . & . & . \end{matrix}$$

hat zwar noch nicht genau dieselbe Gestalt wie J, kann aber darauf gebracht werden durch Vertauschung der Zeilen und entsprechende Vertauschung der Spalten, also durch eine reelle orthogonale Substitution, welche die Hermitesche Form E ungeändert läßt.

Wenn die Substitutionen von $\mathfrak{H}$ sowohl eine symmetrische als auch eine alternierende Form in sich transformieren, so tritt in der Darstellung R jeder Bestandteil erster und jeder zweiter Art in einer geraden Anzahl von Malen auf. Die Bestandteile erster Art S kann man daher paarweise zu

$$T = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & S \end{pmatrix}$$

vereinigen. Dabei kann man S, also auch T als reell und orthogonal annehmen. Jeden Bestandteil der zweiten und dritten Art kann man mit dem konjugiert komplexen zu einer reellen und orthogonalen Matrix

$$T = \begin{pmatrix} U & -V \\ V & U \end{pmatrix}$$

vereinigen. In beiden Fällen ist dann

$$JT = TJ$$

und da $T'T = E$ ist, auch

$$T'JT = J.$$

Demnach gibt es eine der gegebenen äquivalente, *reelle* und orthogonale Gruppe, deren Substitutionen J in sich transformieren.

Über die Äquivalenz der Gruppen linearer Substitutionen.

Von G. Frobenius und I. Schur.

Ein System $\mathfrak{G}$ von endlich oder unendlich vielen linearen homogenen Substitutionen in n Variabeln soll im folgenden als eine *Gruppe* bezeichnet werden, wenn das Produkt von je zwei Substitutionen von $\mathfrak{G}$ wieder in $\mathfrak{G}$ enthalten ist. Es wird also nicht verlangt, daß die Determinanten der Substitutionen von Null verschieden seien, und auch nicht, daß in jeder Gruppe ein Einheitselement E vorkommen soll, welches für jede Substitution A der Gruppe den Gleichungen $AE = EA = A$ genügt.

Geht $\mathfrak{G}$ durch eine lineare Transformation der Variabeln (von nicht verschwindender Determinante) in $\mathfrak{G}'$ über, so nennen wir $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{G}'$ *äquivalente* Systeme.

Jedem Element R der Gruppe $\mathfrak{G}$ möge eine (und nur eine) Substitution H_R einer zweiten Gruppe $\mathfrak{H}$ entsprechen, und jeder Substitution von $\mathfrak{H}$ eine oder mehrere Substitutionen von $\mathfrak{G}$. Wenn dann für je zwei Substitutionen R und S von $\mathfrak{G}$ die Gleichung

$$H_R H_S = H_{RS}$$

besteht, so sagen wir, die Gruppe $\mathfrak{H}$ sei der Gruppe $\mathfrak{G}$ *homomorph*. Entspricht insbesondere jeder Substitution von $\mathfrak{H}$ nur eine Substitution von $\mathfrak{G}$, so bezeichnet man $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ als *isomorphe* Gruppen.

Ein System von Substitutionen $\mathfrak{G}$ heißt *reduzibel*, wenn sich kein ihm äquivalentes System $\mathfrak{G}'$ angeben läßt, worin die Koeffizientenmatrix jeder Substitution die Gestalt

$$\begin{pmatrix} R & 0 \\ S & T \end{pmatrix}$$

hat, wo die den verschiedenen Substitutionen von $\mathfrak{G}'$ entsprechenden Matrizen R denselben Grad besitzen.

In einer vor kurzem erschienenen Publikation (Proceedings of the London Mathematical Society, Ser. 2, Bd. 3, 1905, S. 430) hat Hr. Burnside folgenden Satz aufgestellt, der für die Theorie der Gruppen linearer Substitutionen von fundamentaler Bedeutung ist:

»Eine Gruppe von linearen Substitutionen $A = (a_{\alpha\beta})$ in n Variabeln ist stets und nur dann irreduzibel, wenn sich keine lineare homogene Relation

$$\sum_{\alpha,\beta} k_{\beta\alpha}\, a_{\alpha\beta} = 0$$

mit konstanten Koeffizienten $k_{\beta\alpha}$ angeben läßt, die durch die Koeffizienten $a_{\alpha\beta}$ jeder Substitution A der Gruppe befriedigt wird.«

In der vorliegenden Arbeit soll eine wichtige Verallgemeinerung des Burnsideschen Satzes mitgeteilt werden:

I. *Es seien*

$$\mathfrak{A},\ \mathfrak{B},\ \mathfrak{C},\ \cdots$$

r irreduzible Gruppen linearer Substitutionen, die einer gegebenen Gruppe $\mathfrak{G}$ *homomorph sind, und es mögen dem Element R von* $\mathfrak{G}$ *in den Gruppen* $\mathfrak{A},\ \mathfrak{B},\ \mathfrak{C}, \cdots$ *die Substitutionen*

$$A = (a_{\alpha\beta}), \qquad B = (b_{\gamma\delta}), \qquad C = (c_{\varepsilon\zeta}), \cdots$$

entsprechen. Sind dann nicht zwei der Gruppen $\mathfrak{A},\ \mathfrak{B},\ \mathfrak{C}, \cdots$ *äquivalent, so kann es keine lineare homogene Relation*

$$\sum_{\alpha,\beta} k_{\beta\alpha} a_{\alpha\beta} + \sum_{\gamma,\delta} l_{\delta\gamma} b_{\gamma\delta} + \sum_{\varepsilon,\zeta} m_{\zeta\varepsilon} c_{\varepsilon\zeta} + \cdots = 0$$

mit konstanten Koeffizienten $k_{\beta\alpha}, l_{\delta\gamma}, m_{\zeta\varepsilon}, \cdots$ geben, die durch die Koeffizienten $a_{\alpha\beta}, b_{\gamma\delta}, c_{\varepsilon\zeta}, \cdots$ von je r zusammengehörigen Substitutionen $A, B, C, \cdots$ befriedigt wird.

§ 1.

Der besseren Übersicht wegen soll hier zunächst der Beweis des Burnsideschen Satzes in etwas abgeänderter Gestalt mitgeteilt werden.

Besteht für die Koeffizienten $a_{\alpha\beta}$ jeder Substitution (Matrix) A der irreduziblen Gruppe $\mathfrak{G}$ die Relation

$$\sum_{\alpha,\beta} k_{\beta\alpha} a_{\alpha\beta} = 0, \tag{1.}$$

so bezeichne man die Matrix $(k_{\alpha\beta})$ mit K. Die Gleichung (1.) besagt dann, daß die Spur der Matrix KA gleich Null ist, also wenn man die Spur einer Matrix P mit $\chi(P)$ bezeichnet,

$$\chi(KA) = 0. \tag{2.}$$

Es seien nun unter den verschiedenen Matrizen K, die diesen Bedingungen genügen, im ganzen s linear unabhängig, etwa $K_1, K_2, \cdots, K_s$. Dann muß sich jede Matrix K, für welche die Gleichungen (2.) bestehen, als lineare homogene Verbindung von $K_1, K_2, \cdots, K_s$ darstellen lassen. Denkt man sich nun das Element A von $\mathfrak{G}$ festgehalten und versteht unter A' eine beliebige andere Substitution von $\mathfrak{G}$, so wird, weil AA' ebenfalls in $\mathfrak{G}$ enthalten ist, auch

$$\chi(KAA') = 0.$$

Daher besitzt die Matrix KA dieselbe Eigenschaft wie die Matrix K und muß daher die Form $\sum_{\tau=1}^{s} r_\tau K_\tau$ besitzen, wo die s Konstanten $r_1, r_2, \cdots r_s$ wegen der Unabhängigkeit der Matrizen $K_1, K_2, \cdots K_s$ völlig bestimmte Werte haben. Speziell sei

$$(3.)\qquad K_\sigma A = \sum_{\tau=1}^{s} r_{\sigma\tau} K_\tau \qquad (\sigma = 1, 2, \ldots s).$$

Setzt man

$$K_\sigma = (k^{(\sigma)}_{\alpha\beta}),$$

so vertreten die s Gleichungen (3.) die sn^2 Gleichungen

$$(4.)\qquad \sum_{\gamma=1}^{n} k^{(\sigma)}_{\alpha\gamma} a_{\gamma\beta} = \sum_{\tau=1}^{s} r_{\sigma\tau} k^{(\tau)}_{\alpha\beta}.$$

Man bezeichne nun die Matrix

$$\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1s} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2s} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{s1} & r_{s2} & \cdots & r_{ss} \end{pmatrix}$$

mit R und die (rechteckige) Matrix

$$\begin{pmatrix} k^{(1)}_{\alpha 1} & k^{(1)}_{\alpha 2} & \cdots & k^{(1)}_{\alpha n} \\ k^{(2)}_{\alpha 1} & k^{(2)}_{\alpha 2} & \cdots & k^{(2)}_{\alpha n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k^{(s)}_{\alpha 1} & k^{(s)}_{\alpha 2} & \cdots & k^{(s)}_{\alpha n} \end{pmatrix}$$

mit P_α. Dann lassen sich die Gleichungen (4.) auch in der Form

$$(5.)\qquad P_\alpha A = R P_\alpha$$

schreiben.

Wir benutzen nun folgenden Hilfssatz (*Neue Begründung der Theorie der Gruppencharaktere*, § 2. Sitzungsberichte 1905. S. 406):

»Bilden die Matrizen A des Grades n ein irreduzibles System $\mathfrak{G}$, und ist P eine von Null verschiedene Matrix mit s Zeilen und n Spalten, welche die Eigenschaft besitzt, daß für jede Matrix A von $\mathfrak{G}$

$$PA = RP$$

wird, wo R eine gewisse Matrix s^{ten} Grades ist, so ist entweder das durch die Matrizen R gebildete System $\mathfrak{R}$ reduzibel, oder es ist P eine quadratische Matrix des Grades $s = n$ von nicht verschwindender Determinante. Dann sind wegen $R = PAP^{-1}$ die Systeme $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{G}$ äquivalent.«

Für den Fall, daß die Matrizen R sämtlich gleich 0 sind, besagt dieser Satz, daß für die Substitutionen A eines irreduziblen Systems eine Gleichung der Form $PA = 0$ nicht bestehen kann, ohne daß die Matrix P gleich 0 wird. Ebenso kann auch keine von Null verschiedene Matrix P existieren, die den Gleichungen $AP = 0$ genügt.

Es mögen nun zunächst in unserem Fall die Matrizen $R = (r_{\rho\sigma})$ eine irreduzible Gruppe $\mathfrak{R}$ bilden. Da die s Matrizen $K_1, K_2, \cdots, K_s$ linear unabhängig sind, so können gewiß nicht alle n Matrizen P_α gleich 0 sein. Nach unserem Hilfssatz ergibt sich daher aus den Gleichungen (5.), daß $\mathfrak{R}$ eine der Gruppe $\mathfrak{G}$ äquivalente Gruppe sein muß.

Bedeuten nun die Größen $v_{\rho\sigma}$ irgendwelche s^2 Zahlen, die der Bedingung genügen, daß die Determinante $|v_{\rho\sigma}|$ der Matrix $V = (v_{\rho\sigma})$ von Null verschieden ist, und setzt man

$$K'_\rho = \sum_{\sigma=1}^{s} v_{\rho\sigma} K_\sigma$$

und

$$R' = VRV^{-1} = (r'_{\rho\sigma}),$$

so erkennt man sofort, daß

$$K'_\rho A = \sum_{\sigma=1}^{s} r'_{\rho\sigma} K'_\sigma$$

wird. Daher kann in unserer Betrachtung die Gruppe R durch jede ihr äquivalente Gruppe $\mathfrak{R}'$ ersetzt werden.

Wir können mithin auch annehmen, daß die Gruppe $\mathfrak{R}$, falls sie irreduzibel ist, mit der ihr äquivalenten Gruppe $\mathfrak{G}$ übereinstimmt, so daß $R = A$ wird. Die Gleichungen (5.) erhalten dann die einfachere Gestalt

$$P_\alpha A = A P_\alpha,$$

d. h. P_α wird mit A vertauschbar. Nun muß jede Matrix P, die mit allen Substitutionen einer irreduziblen Gruppe vertauschbar ist, die Form kE besitzen, wo E die Einheitsmatrix und k eine Konstante bedeutet. Es sei demnach $P_\alpha = k_\alpha E$; dann wird also

$$k^{(\alpha)}_{\rho\sigma} = k_\alpha e_{\rho\sigma},$$

wo $e_{\rho\sigma}$ gleich 1 oder gleich 0 wird, je nachdem $\rho = \sigma$ oder $\rho \neq \sigma$ ist. Da nun für jeden Wert von ρ

$$\sum_{\alpha, \sigma} k^{(\alpha)}_{\rho\sigma} a_{\alpha\sigma} = 0$$

sein soll, so erhalten wir die n Relationen

$$(6.) \qquad \sum_{\sigma=1}^{n} a_{\rho\sigma} k_\sigma = 0.$$

Das Bestehen dieser Relationen würde aber erfordern, daß die n Größen $k_1, k_2, \cdots k_n$ gleich 0 sind. Dann bezeichnet man die Matrix

$$\begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \cdot \\ k_n \end{pmatrix}$$

mit F, so wird das System der Gleichungen (6.) identisch mit der Gleichung $AF = 0$, und folglich muß nach dem früher Gesagten $F = 0$ sein.

Es sei nun die Gruppe $\mathfrak{R}$ reduzibel. Da man $\mathfrak{R}$ durch jede äquivalente Gruppe ersetzen kann, so können wir ohne Beschränkung der Allgemeinheit annehmen, daß jede der Matrizen R die Form

$$R = \begin{pmatrix} S & 0 \\ T & U \end{pmatrix}$$

hat, wo die Matrizen S entweder Null sind oder eine irreduzible Gruppe $\mathfrak{S}$ erzeugen. Ist nun etwa

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1t} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2t} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ s_{t1} & s_{t2} & \cdots & s_{tt} \end{pmatrix},$$

so erhalten die t ersten der Gleichungen (3.) die Form

$$K_\varrho A = \sum_{\sigma=1}^{t} s_{\varrho\sigma} K_\sigma \qquad (\varrho = 1, 2, \cdots, t).$$

Sind nun die Größen $s_{\varrho\sigma}$ nicht sämtlich gleich 0, so schließt man in genau derselben Weise wie in dem zuerst behandelten Falle, wo wir die Gruppe $\mathfrak{R}$ selbst als irreduzibel voraussetzten, daß die t Matrizen

(7.) $$K_1, K_2, \cdots, K_t$$

gleich 0 sein müßten. Dasselbe ergibt sich für den Fall, daß alle Größen $s_{\varrho\sigma}$ verschwinden, direkt aus den Gleichungen

$$K_1 A = 0, \quad K_2 A = 0, \cdots, \quad K_t A = 0.$$

Da nun die Matrizen (7.) linear unabhängig sein sollen, so werden wir in jedem der betrachteten Fälle auf einen Widerspruch geführt.

§ 2.

Wir wenden uns nun zu dem Beweis unseres Satzes I. Besteht für die Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ eine Relation

(8.) $$\sum_{\alpha,\beta} k_{\beta\alpha} a_{\alpha\beta} + \sum_{\gamma,\delta} l_{\delta\gamma} b_{\gamma\delta} + \sum_{\varepsilon,\zeta} m_{\zeta\varepsilon} c_{\varepsilon\zeta} + \cdots = 0,$$

so bezeichne man die Matrizen

$$(k_{\alpha\beta}), \ (l_{\gamma\delta}), \ (m_{\varepsilon\zeta}), \cdots$$

mit $K, L, M, \cdots$. Dann besagt die Gleichung (8.), daß die Summe der Spuren der Matrizen

$$KA, \ LB, \ MC, \cdots$$

gleich Null sein soll.

$$\chi(KA) + \chi(LB) + \chi(MC) + \cdots = 0.$$

Diese Gleichung müßte für jedes System von r Substitutionen $A, B, C, \cdots$ bestehen, die einem Element R der Gruppe $\mathfrak{G}$ entsprechen.

Es mögen nun die Gleichungen (8.) genau s linear unabhängige Lösungen

$$k^{(\varrho)}_{\beta\alpha},\ l^{(\varrho)}_{\delta\gamma},\ m^{(\varrho)}_{\zeta\varepsilon}, \cdots \qquad (\varrho = 1, 2, \cdots s)$$

besitzen. Jede andere Lösung hat dann die Form

$$k_{\beta\alpha} = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho k^{(\varrho)}_{\beta\alpha}, \quad l_{\delta\gamma} = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho l^{(\varrho)}_{\delta\gamma}, \quad m_{\zeta\varepsilon} = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho m^{(\varrho)}_{\zeta\varepsilon}, \cdots.$$

Bezeichnet man die Matrizen

$$(k^{(\varrho)}_{\beta\alpha}),\ (l^{(\varrho)}_{\delta\gamma}),\ (m^{(\varrho)}_{\zeta\varepsilon}), \cdots$$

mit $K_\varrho, L_\varrho, M_\varrho, \cdots$, so wird daher

$$K = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho K_\varrho, \quad L = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho L_\varrho, \quad M = \sum_{\varrho=1}^{s} r_\varrho M_\varrho, \cdots.$$

Ist nun R ein festes Element und R' ein beliebiges Element von $\mathfrak{G}$, dem in den Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ die Substitutionen $A', B', C', \cdots$ entsprechen, so entspricht, da ja die Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ der Gruppe $\mathfrak{G}$ homomorph sein sollen, dem Element RR' von $\mathfrak{G}$ das System der Substitutionen $AA', BB', CC', \cdots$. Daher muß auch

$$\chi(KAA') + \chi(LBB') + \chi(MCC') + \cdots = 0$$

sein. Hieraus folgt aber, daß die Matrizen

$$KA, LB, MC, \cdots$$

dieselbe Eigenschaft besitzen wie die Matrizen $K, L, M, \cdots$ selbst. Daher müssen sich auch s^2 Größen $r_{\varrho\sigma}$ bestimmen lassen, so daß

$$K_\varrho A = \sum_{\sigma=1}^{s} r_{\varrho\sigma} K_\sigma, \quad L_\varrho B = \sum_{\sigma=1}^{s} r_{\varrho\sigma} L_\sigma, \quad M_\varrho C = \sum_{\sigma=1}^{s} r_{\varrho\sigma} M_\sigma, \cdots$$

wird.

Es mögen nun die Matrizen $R = (r_{\varrho\sigma})$ die Gruppe $\mathfrak{R}$ erzeugen. Man schließt dann wie in § 1, daß man die Gruppe $\mathfrak{R}$ durch jede ihr äquivalente Gruppe ersetzen kann, und daß es keine Beschränkung der Allgemeinheit bedeutet, wenn wir $\mathfrak{R}$ als irreduzibel annehmen.

Aus den Gleichungen

$$K_\varrho A = \sum_{\sigma=1}^{s} r_{\varrho\sigma} K_\sigma$$

ergibt sich nun in genau derselben Weise wie früher, daß, wenn die Matrizen $K_1, K_2, \cdots K_s$ nicht sämtlich 0 sind, die Gruppe $\mathfrak{R}$ der Gruppe $\mathfrak{A}$ äquivalent sein muß. Dasselbe gilt auch für die Gruppen $\mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$. Da nun unter den Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ nicht zwei äquivalent sein sollen, so kann $\mathfrak{R}$ höchstens einer unter diesen Gruppen äquivalent sein. Es sei dies etwa die Gruppe $\mathfrak{A}$. Dann muß also

$$L_\varrho = 0, \quad M_\varrho = 0, \cdots$$

sein. Es ergibt sich aber dann, daß die Spur der Matrix AK_γ für jedes Element A von $\mathfrak{A}$ gleich 0 wird. Da nun $\mathfrak{A}$ irreduzibel ist, so muß nach dem Burnsideschen Satze auch $K_\gamma = 0$ sein.

§ 3.

Der ebenbewiesene Satz I läßt interessante Folgerungen zu. Es ergibt sich zunächst:

II. *Zwei isomorphe irreduzible Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ sind stets und nur dann äquivalent, wenn je zwei einander entsprechende Substitutionen A und B dieselbe Spur besitzen.*

Denn ist etwa

$$A = (a_{\alpha\beta}), \qquad B = (b_{\gamma\delta}),$$

so erhält man für die Spuren $\chi(A)$ und $\chi(B)$ von A und B

$$\chi(A) = \sum_\alpha a_{\alpha\alpha}, \qquad \chi(B) = \sum_\gamma b_{\gamma\gamma}.$$

Ist daher

$$\chi(A) = \chi(B),$$

so besteht zwischen den Koeffizienten von je zwei einander entsprechenden Substitutionen der beiden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ eine lineare homogene Relation. Dies ist aber nach Satz I nur möglich, wenn $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ äquivalent sind. Ist dies aber der Fall, so besteht bekanntlich stets die Gleichung $\chi(A) = \chi(B)$.

Diese Betrachtung läßt sich noch verallgemeinern.

Es seien $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ zwei isomorphe Gruppen linearer Substitutionen in m und n Variabeln, die in der Beziehung zueinander stehen, daß die Spuren von je zwei einander entsprechenden Substitutionen G und H denselben Wert haben.

Man bestimme dann zwei Matrizen P und Q der Grade m und n von nicht verschwindenden Determinanten derart, daß

$$G' = PGP^{-1} = \begin{pmatrix} G_{11} & 0 & \cdot & 0 \\ G_{21} & G_{22} & \cdot\cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot\cdot & \\ G_{k1} & G_{k2} & & G_{kk} \end{pmatrix}, \quad H' = QHQ^{-1} = \begin{pmatrix} H_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ H_{21} & H_{22} & \cdot & 0 \\ & \cdot & \cdot & \cdot \\ H_{l1} & H_{l2} & \cdot\cdot & H_{ll} \end{pmatrix}$$

wird, wo die den verschiedenen Substitutionen G und H entsprechenden Substitutionen $G_{\varkappa\lambda}$ (bzw. $H_{\varkappa\lambda}$) entweder sämtlich 0 sind oder aber, wenn dies nicht der Fall ist, eine irreduzible Gruppe erzeugen. Es mögen auf diese Weise der Gruppe $\mathfrak{G}$ die irreduziblen Gruppen

(9.) $$\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots, \mathfrak{G}_k,$$

der Gruppe $\mathfrak{H}$ die irreduziblen Gruppen

(10.) $$\mathfrak{H}_1, \mathfrak{H}_2, \cdots, \mathfrak{H}_l$$

entsprechen. Die Gruppen (9.) und (10.) sind dann offenbar der Gruppe $\mathfrak{G}$ homomorph. Gehört ferner zu G' die Substitution G_λ der Gruppe $\mathfrak{G}_\lambda$ und zu H' die Substitution H_μ der Gruppe $\mathfrak{H}_\mu$, so wird

$$\chi(G') = \chi(G) = \sum_\lambda \chi_\lambda(G_\lambda),$$

$$\chi(H') = \chi(H) = \sum_\mu \chi_\mu(H_\mu).$$

Wir behaupten nun, daß $r = s$ sein muß und daß die Gruppen (10.) in einer gewissen Reihenfolge den Gruppen (9.) äquivalent sein müssen.

In der Tat seien unter den $r + s$ Gruppen (9.) und (10.) im ganzen k Gruppen

$$\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \cdots \mathfrak{R}_k$$

vorhanden, von denen je zwei nicht einander äquivalent sind. Es mögen der Gruppe $\mathfrak{R}_\varkappa$ unter den Gruppen (9.) genau $p_\varkappa$, unter den Gruppen (10.) genau $q_\varkappa$ äquivalent sein. Entspricht dann dem Element G der Gruppe $\mathfrak{G}$ in der ihr homomorphen Gruppe $\mathfrak{R}_\varkappa$ die Substitution $R_\varkappa$, so wird

$$\chi(G) = \sum_\varkappa p_\varkappa \chi(R_\varkappa)$$

$$\chi(H) = \sum_\varkappa q_\varkappa \chi(R_\varkappa).$$

Da nun $\chi(G) = \chi(H)$ sein soll, so erhalten wir die Relation

$$\sum (p_\varkappa - q_\varkappa)\chi(R_\varkappa) = 0.$$

Wäre nun für einen Index $\varkappa$ nicht $p_\varkappa - q_\varkappa = 0$, so würde sich für die Koeffizienten von je k zusammengehörigen Substitutionen der k Gruppen $\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \cdots \mathfrak{R}_k$ eine Relation ergeben, die nach Satz I nicht bestehen kann. Folglich muß stets $p_\varkappa = q_\varkappa$ sein, und damit ist unsere Behauptung bewiesen.

Die über die Gruppen $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ gemachten Annahmen treffen jedenfalls zu, wenn $\mathfrak{H} = \mathfrak{G}$ wird. Es ergibt sich auf diese Weise in etwas allgemeinerer Form der zuerst von Hrn. Loewy (Transactions of the American Mathematical Society, Bd. 4, 1903, S. 44) auf anderem Wege bewiesene Satz:

»Es sei $\mathfrak{G}$ eine Gruppe linearer Substitutionen und $\mathfrak{G}'$ eine ihr äquivalente Gruppe, in der die Koeffizientenmatrix jeder Substitution die Form

$$\begin{pmatrix} G_{11} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ G_{21} & G_{22} & 0 & \cdots & 0 \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} & \cdots & 0 \\ . & . & . & . & . \\ G_{p1} & G_{p2} & G_{p3} & \cdots & G_{pp} \end{pmatrix}$$

hat, wo die den verschiedenen Substitutionen von $\mathfrak{G}'$ entsprechenden Matrizen $G_{\lambda\lambda}$ (für ein bestimmtes λ) entweder sämtlich 0 sind oder

eine irreduzible Gruppe erzeugen. Es mögen auf diese Weise zu der Gruppe $\mathfrak{G}'$ die irreduziblen Gruppen $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots \mathfrak{G}_s$ gehören. Betrachtet man dann zwei äquivalente irreduzible Gruppen als nicht voneinander verschieden, so sind die irreduziblen Gruppen $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots, \mathfrak{G}_s$ abgesehen von der Reihenfolge allein durch die Gruppe $\mathfrak{G}$ bestimmt und von der Wahl der Gruppe $\mathfrak{G}'$ unabhängig.«

Die Gruppen $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots, \mathfrak{G}_s$ werden als die *irreduziblen Bestandteile* der Gruppe $\mathfrak{G}$ bezeichnet.

Läßt sich für die Gruppe $\mathfrak{G}$ eine ihr äquivalente Gruppe $\mathfrak{G}'$ so wählen, daß für jede ihrer Substitutionen auch die Matrizen

$$G_{21}, G_{31}, G_{32}, \cdots G_{p1}, G_{p2}, G_{p3}, \cdots G_{p,p-1}$$

gleich 0 werden, so sagt man, $\mathfrak{G}$ sei eine *vollständig reduzible* Gruppe.

Das von uns gewonnene Resultat läßt sich auch folgendermaßen aussprechen:

III. *Zwei isomorphe Gruppen von linearen Substitutionen in m und n Variabeln enthalten stets und nur dann dieselben irreduziblen Bestandteile, wenn je zwei einander entsprechende Substitutionen dieselbe Spur besitzen.*

Ist insbesondere $m = n$ und sind $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ vollständig reduzible Gruppen, so folgt aus dem Übereinstimmen ihrer irreduziblen Bestandteile auch, daß die beiden Gruppen äquivalent sind. Es ergibt sich daher:

IV. *Zwei vollständig reduzible Gruppen von linearen Substitutionen in n Variabeln sind stets und nur dann äquivalent, wenn je zwei einander entsprechende Substitutionen dieselbe Spur besitzen.*

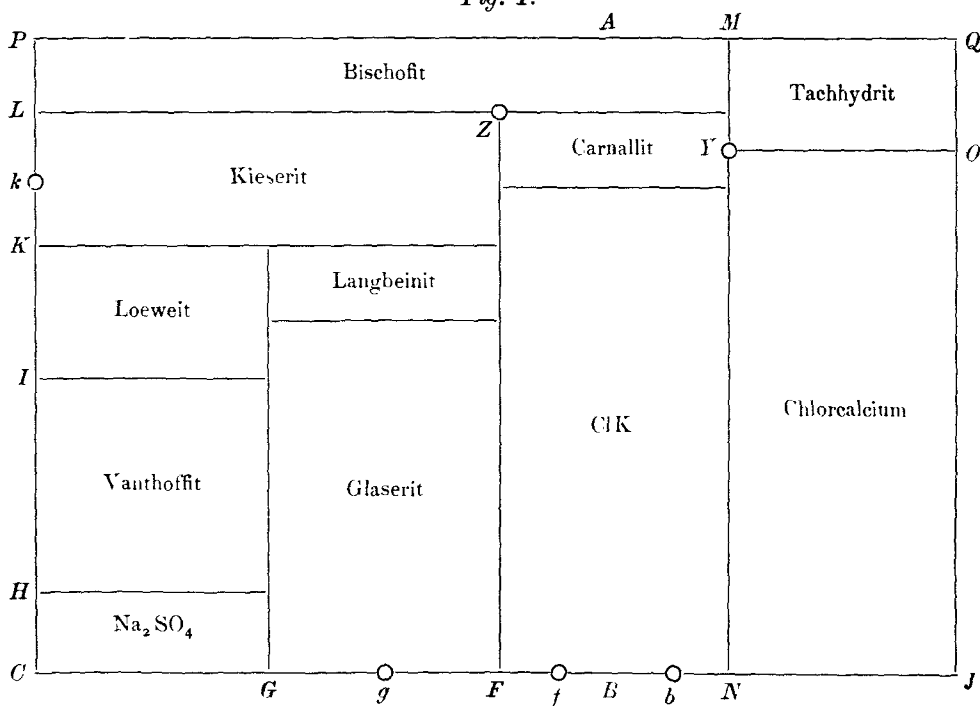
Untersuchung über die Bildung der ozeanischen Salzablagerungen.

XLVI. Anhydrit, Syngenit, Glauberit und Pentasalz bei 83° und das Entstehen von Chlorcalcium und Tachhydrit.

Von J. H. van't Hoff, P. Farup und J. d'Ans.

Durch eine frühere Untersuchung[1] sind die löslichen Vorkommnisse in den natürlichen Salzlagerungen, soweit sie aus den Sulfaten und Chloriden von Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium aufgebaut sind, für 83° in ein ziemlich einfaches Schema zusammengebracht, das hier zum Ausgang wiedergegeben sei:

Fig. 1.



[1] Diese Sitzungsberichte 1905, 913.

Den Eck- und Schnittpunkten entsprechen die in Betracht kommenden konstanten Lösungen: sämtliche Paragenesen sind durch Berührung der bezüglichen Felder zum Ausdruck gebracht. Die rote Linie *AB* gibt die Grenze an zwischen den Lösungen links, die mehr Schwefelsäure als Kalk enthalten und schließlich im Endpunkt *Z* zu Carnallit, Kieserit und Bischofit eintrocknen; rechts ist das Umgekehrte der Fall, und im Endpunkt *Y* krystallisieren schließlich Carnallit, Tachhydrit und Chlorcalcium aus.

Die vorliegende Arbeit, welche wohl die vorletzte auf dem Gebiet der Calciumvorkommnisse sein dürfte, enthält die Anweisung über das Vorkommen der nicht oder wenig löslichen Kalksalze Anhydrit, Glauberit, Syngenit, Pentacalciumsulfat, Polyhalit und Krugit bei 83°.

Zunächst ist diese Aufgabe gelöst für die Umrandung *PQJC* des obigen Sättigungsfeldes, wo die Tripelsalze mit Calcium, Magnesium und Kalium, Polyhalit und Krugit, ausgeschlossen sind. Vier Grenzbestimmungen genügten also für die vollständige Lösung.

Von vornherein ist ersichtlich, und auch früher für 25° direkt bestimmt[1], daß Glauberit $CaNa_2(SO_4)_2$ in den natriumreichen Lösungen bei *C* sich vorwiegend bilden wird, die Kaliumverbindungen Syngenit $CaK_2(SO_4)_2H_2O$ und Pentasalz $Ca_5K_2(SO_4)_6H_2O$ in den kaliumreichen Lösungen bei *B*, Anhydrit schließlich in den natrium- und kaliumarmen Lösungen bei *PQJ*.

1. Grenze zwischen Anhydrit und Glauberit (*k* in Fig. 1).

Die Grenze zwischen Anhydrit und Glauberit ist gegen diejenige bei 25° wenig verschoben. Sie lag für diese Temperatur im Magnesiumsulfatheptahydrat; für 83° liegt sie in dessen Entwässerungsprodukt, Kieserit. Nach der oben gemachten Bemerkung ist sie zwischen *P*, bei Sättigung an Magnesiumchlorid, und *C*, bei derjenigen an Natriumsulfat, zu suchen. In der ersten Lösung kann nur Anhydrit, in der letzten nur Glauberit auftreten.

Vorversuche zeigten dann, daß in *H* und *I* Glauberit aus Gips bzw. Anhydrit entsteht, in *L* dagegen das Umgekehrte stattfindet. Durch entsprechende Versuche mit zwischen *L* und *I* liegenden Lösungen wurden dann die Grenzen weiter eingeschränkt und schließlich Rührversuche angesetzt unter Benutzung der Änderung vom Chlorgehalt als Merkmal. So fand Hr. Farup, daß die Grenze zwischen einer 16.56 und 18.48 Prozent Chlor haltenden Lösung liegt, also unweit *K* (mit 17.36 Prozent Chlor).

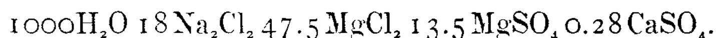
[1] Diese Sitzungsberichte 1903, 1000.

Bei Fortsetzung der Versuche mit Hrn. D'Ans wurde dann von Lösung *K* ausgegangen und diese mit Chlornatrium, Glauberit und Gips gerührt: der Chlorgehalt stieg dabei (unter Verwandlung des Gipses in Glauberit) bis 17.52 Prozent an. Die gesuchte Grenze liegt also oberhalb *K* im Kieserit: letzterer wurde also zugesetzt und zur Beschleunigung allmählich Magnesiumchlorid zugegeben, bis die Grenze überschritten war. Dies zeigte sich bei einem Chlorgehalt von 17.71 Prozent; derselbe sank dann auf 17.54 Prozent, und so war die Grenze von zwei Seiten erreicht, allerdings nach einem 175 stündigen Rührversuch.

Zur endgültigen Analyse der Lösung wurde das Chlor nochmals in einer größeren Probe bestimmt, mit dem Resultat 17.58 Prozent; Magnesium und Schwefelsäure (SO_4) ergaben sich auf bzw. 5.65 bzw. 5.09 Prozent. Das Calcium ist durch Zunahme der Schwefelsäurekonzentration bestimmt, welche sich zeigte, falls eine calciumfreie Lösung von der betreffenden Zusammensetzung mit Anhydrit gesättigt wurde; auf Calciumsulfat berechnet, betrug dasselbe 0.15 Prozent. Daraus ergibt sich für die Zusammensetzung der Lösung:


$$1000 H_2O\ 17.9 Na_2Cl_2\ 47.3 MgCl_2\ 13.7 MgSO_4\ 0.28 CaSO_4,$$

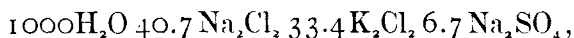
was, auf halbe Moleküle abgerundet, folgendem entspricht:


$$1000 H_2O\ 18 Na_2Cl_2\ 47.5 MgCl_2\ 13.5 MgSO_4\ 0.28 CaSO_4.$$

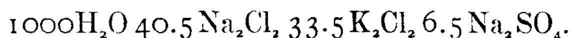
2. Grenze zwischen Glauberit und Syngenit (*g* in Fig. 1).

Bei den noch von Farup durchgeführten Versuchen zur Bestimmung der Grenze zwischen Glauberit und Syngenit zeigte sich in erster Linie, daß während bei 25° dieselbe zwischen *C* und *G* (im Thenardit) liegt, sie sich bei 83° über *G* hinaus sogar stark gegen *F* verschoben hat, also im Glaserit liegt.

Zwei Rührversuche bzw. ausgehend von den Lösungen *F* und *G* mit Chlornatrium, Glaserit, Glauberit und Syngenit als Bodenkörpern ergaben einen Chlorgehalt, der einerseits von 19.2 auf 18.5 Prozent sank, anderseits von 16.4 auf 18.1 Prozent stieg. Das daraus genommene Mittel, 18.3 Prozent, entspricht, nach Interpolation, einer Lösung:


$$1000 H_2O\ 40.7 Na_2Cl_2\ 33.4 K_2Cl_2\ 6.7 Na_2SO_4,$$

also auf halbe Moleküle abgerundet:


$$1000 H_2O\ 40.5 Na_2Cl_2\ 33.5 K_2Cl_2\ 6.5 Na_2SO_4.$$

Der Calciumgehalt ist ein sehr geringer und betrug für 25° in *F* und *G* bzw. 0.03 und 0.02 $CaSO_4$ auf 1000 H_2O.[1]

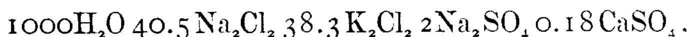
[1] Diese Sitzungsberichte 1905, 714.

3. Grenze zwischen Syngenit und Pentasalz (*f* in Fig. 1).

Die beiderseitige Begrenzung des Pentasalzes ist gemeinschaftlich mit Hrn. D'ANS verfolgt. Einerseits, an Syngenit, stößt Pentasalz zwischen *B* und *F* an. Die genaue Grenzlage wurde ermittelt unter Ausgehen von einer Lösung *B*, Zusatz von Chlornatrium, Chlorkalium, Syngenit und Pentasalz und Rühren bis zur Sulfatkonstanz. Die Bestimmung von Schwefelsäure (SO_4), Chlor, Kalium und Calcium ergab dann bzw.:

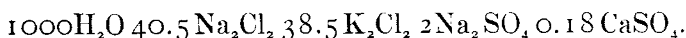
0.72 Prozent SO_4, 19.4 Prozent Cl, 10.4 Prozent K und 0.025 Prozent Ca,

entsprechend:



$$1000 H_2O\ 40.5 Na_2Cl_2\ 38.3 K_2Cl_2\ 2 Na_2SO_4\ 0.18 CaSO_4,$$

also auf halbe Moleküle abgerundet:

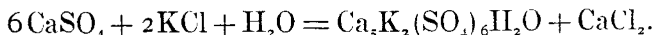


$$1000 H_2O\ 40.5 Na_2Cl_2\ 38.5 K_2Cl_2\ 2 Na_2SO_4\ 0.18 CaSO_4.$$

4. Grenze zwischen Pentasalz und Anhydrit. Bildung von Chlorcalcium (*b* in Fig. 1).

Die Bestimmung der Grenze zwischen Pentasalz und Anhydrit führte zu einem für die ganze Untersuchung wichtigen Ergebnis.

Längeres Rühren (der ganze Versuch nahm zwei Monate in Anspruch) der Lösung *B* mit Chlornatrium, Chlorkalium und den erwähnten Calciumverbindungen zeigte, daß die Lösung sich an Chlorcalcium anreicherte, durch doppelte Zersetzung also von Anhydrit und Chlorkalium unter Bildung von Pentasalz:



$$6 CaSO_4 + 2 KCl + H_2O = Ca_5K_2(SO_4)_6 H_2O + CaCl_2.$$

Sobald diese Tatsache festgestellt war, wurde, um die Grenze schneller zu erreichen, bei immer überschüssigem Anhydrit Chlorcalcium zugesetzt, solange noch dessen Menge in der Lösung anstieg. Schließlich fing dieselbe dann zu sinken an, und so war die Grenze von beiden Seiten erreicht bei 2.9 Prozent Calcium. Das mikroskopische Bild bestätigte diese Einstellung. Nunmehr wurde eine frische Lösung mit einer etwas kleineren Calciummenge, Chlornatrium, Chlorkalium, Anhydrit und Pentasalz angesetzt, in der das Calcium bis zum selben Grenzwert anstieg.

Die Analyse ergab:

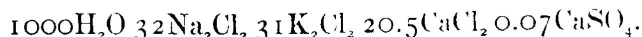
20.6 Prozent Cl, 8.41 Prozent K, 0.024 Prozent SO_4

entsprechend:



$$1000 H_2O\ 32.2 Na_2Cl_2\ 30.8 K_2Cl_2\ 20.6 CaCl_2\ 0.07 CaSO_4$$

und auf halbe Moleküle abgerundet:



$$1000 H_2O\ 32 Na_2Cl_2\ 31 K_2Cl_2\ 20.5 CaCl_2\ 0.07 CaSO_4.$$

Es sei erwähnt, daß Ditte[1] einen ähnlichen Fall von doppelter Umsetzung beobachtete in der Einwirkung von Gips auf Chlorkalium unter Syngenitbildung. Diese Umwandlung geht indessen nicht weit und führt bei 21° nur zu 3 Mol. $CaCl_2$ auf $1000 H_2O$. Die Anwesenheit von Chlornatrium scheint diese Umwandlung zu verhindern.

Die gefundene Chlorcalciumbildung ist für unsere Untersuchung wichtig, weil sie eine Möglichkeit darstellt, das Tachhydritgebiet (rechts von der roten Grenzlinie in Fig. 1) zu erreichen, welches die Lösungen umfaßt, die schließlich im Endpunkt Y unter Ausscheidung von Tachhydrit eintrocknen. Allerdings enthält die obige Lösung nicht das dazu nötige Magnesium, aber beim Vorhandensein desselben wird zweifelsohne die beschriebene doppelte Zersetzung unter Chlorcalciumbildung stattfinden, bei genügendem Magnesiumgehalt allerdings unter Bildung von Krugit und Polyhalit statt Pentasalz, was für die doppelte Zersetzung ein begünstigendes Moment sein dürfte.

Indem hier wohl zum letztenmal in dieser Untersuchung der Tachhydrit erörtert wird, sei auf eine anfangs gemachte Vermutung zurückgekommen, daß Tachhydrit als letztes Produkt der primären Meeresausscheidung aufzufassen sei[2]. Hr. Precht wies mit Recht auf die Unhaltbarkeit dieser Auffassung hin[3], und Fig. 1 zeigt auch, daß Einengung nur zum Endpunkt Z führt, ohne Gelegenheit zur Überschreitung der roten Grenzlinie. Demselben verdanke ich auch die Mitteilung über das Vorkommen von chlorcalciumhaltigen Lösungen, welche bis zu 27 Mol. $CaCl_2$ auf $1000 H_2O$ haben. Diese Mitteilung möge im Anschluß an Obiges hier wörtlich folgen.

»An der Grenze von Anhydrit und Salzton in einer Tiefe von etwa 300^m, wo der Carnallit in den sekundären Kainit übergeht, sind seit mehr als 10 Jahren an verschiedenen Stellen geringe Mengen chlorcalciumhaltige Laugen beobachtet worden, welche einen Gehalt von etwa 7 Prozent Chlorcalcium zeigten. Im Jahre 1904 fand ein Laugenausfluß bei 300^m Tiefe ebenfalls auf der Grenze von Anhydrit und Salzton statt, welcher vom Mai bis November anhielt und in verschiedenen Zeitabschnitten untersucht wurde. Die Untersuchungen ergaben, daß der Chlorcalciumgehalt anfangs 5.9 und zuletzt 12.5 Prozent betrug. Von mehreren vollständig ausgeführten Analysen mögen die folgenden an dieser Stelle Aufnahme finden:

[1] Compt. rend. 126, 694. Das gebildete Doppelsulfat erhält hier die Formel $CaK_2(SO_4)_2 4H_2O$; Wiederholung des Versuchs zeigte jedoch, daß hier Syngenit, also ein Doppelsalz mit zwei Wassermolekülen, entsteht.

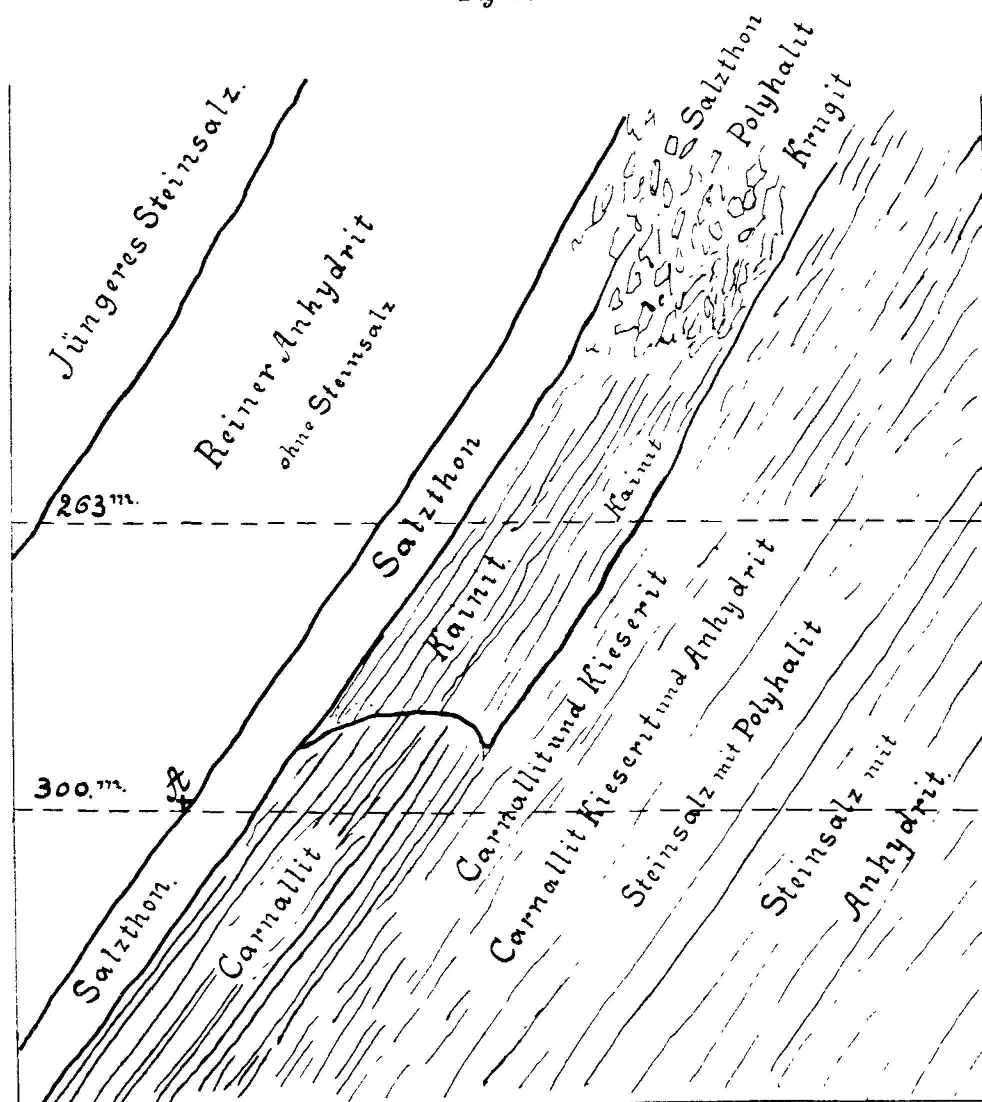
[2] Diese Sitzungsberichte 1897, 508.

[3] Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1898, 677.

	25. Juni 1904.	17. August 1904.	28. September 1904.
Chlorkalium	2.6 Prozent	2.3 Prozent	2.7 Prozent
Chlornatrium	6.0 »	6.1 »	5.7 »
Chlormagnesium	10.3 »	6.2 »	4.7 »
Calciumsulfat	0.07 »	0.03 »	Spuren
Chlorcalcium	5.9 »	9.9 »	12.5 Prozent

Die Analysen ergeben, daß der Gehalt an Chloralkalien mit zunehmendem Chlorcalciumgehalt nahezu gleichgeblieben, der Chlormagnesiumgehalt mit zunehmendem Chlorcalciumgehalt aber von 10.3 auf 4.0 Prozent gesunken ist. Es ist anzunehmen, daß diese Laugen

Fig. 2.



in feinen Klüften in verschiedener Höhe des Anhydrits und des Salztons verteilt waren und die Bildung des Chlorcalciums vorzugsweise in den oberen Schichten erfolgt ist, wo der Kainit in ein Konglomerat von Polyhalit und Krugit übergeht. In der Fig. 2 ist die Ausflußstelle mit *A* bezeichnet, die Grenze vom Carnallit und Kainit durch einen kräftigen Strich markiert und angedeutet, daß über dem Kainit ein Konglomerat von Salzton, Polyhalit und Krugit vorkommt. Dieses Konglomerat ist nur an einzelnen Stellen bergmännisch aufgeschlossen worden, da man im allgemeinen das Ausgehende der Kalisalzlagerstätten in Rücksicht auf die Wassergefahr bergmännisch nicht gern untersucht. Syngenit konnte in dem konglomeratartigen Gestein bisher nicht nachgewiesen werden. An den Stellen, wo der Anhydrit durch die Erhebungen der Erdschichten auf der Erdoberfläche angetroffen wird, ist er in Gips übergegangen. Bei Tiefbohrungen und beim Abteufen von Schächten hat sich an verschiedenen Stellen, z. B. in Leopoldshall auf dem herzoglich anhaltischen Salzwerke gezeigt, daß der Anhydrit, wo er zutage tritt, auf einer Tiefe von etwa 30^{m} in Gips übergegangen ist. In diesen oberen Erdschichten bildete sich natürlich eine gesättigte Gipslösung, welche in tieferliegende Schichten eindrang und dort vielleicht zur Kainitbildung beitrug.

Bei der Umwandlung des Carnallitlagers in ein Kainitlager mußte zunächst das Chlormagnesium und der größte Teil des Kristallwassers des Carnallits durch Auslaugen entfernt werden, wodurch eine Volumenverminderung von etwa 50 Prozent stattfand. Das im Carnallit als Kieserit vorhandene Magnesiumsulfat war zur Kainitbildung nicht in ausreichender Menge vorhanden und es mußte daher Schwefelsäure in Form einer Lösung von Magnesiumsulfat und als Calciumsulfatlösungen aus den oberen Schichten hinzugeführt werden, um ein Kainitlager von dergleichen Mächtigkeit, wie der Carnallit vorkommt, zu bilden. Aus den geologischen Beobachtungen ergibt sich, daß das im Kainit vorhandene Kali im wesentlichen auf ursprünglicher Lagerstätte geblieben ist, daß aber von dem vorhandenen Magnesiumsulfat ein großer Teil in Lösungen zugeführt worden ist.«

Beiträge zur Anatomie der Säugetierlungen.

Von Franz Eilhard Schulze.

(Vorgetragen am 18. Januar 1906 [s. oben S. 31].)

Der dem Gasaustausch dienende — respiratorische — Teil der Lunge unterscheidet sich von dem luftleitenden Röhrensystem — dem Bronchialbaum — wesentlich durch das an der Innenfläche seiner Hohlräume flach ausgebreitete, sehr engmaschige Kapillargefäßnetz und ein ganz eigenartiges, dünnes Deckepithel.

Während die älteren Angaben über den Bau dieses respiratorischen Teiles der Lunge und seine Verbindung mit dem ausschließlich luftleitenden Röhrensystem mannigfach differierten, fand um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die am klarsten in Köllikers »Mikroskopische Anatomie«, Bd. 2, II. 1, Respirationsorgane, 1852 dargelegte Vorstellung nahezu allgemeine Annahme, daß jedes der als »bronchioli« bezeichneten letzten schmalen Endröhrchen des luftleitenden Bronchialbaumes in einen annähernd trichterförmigen blinden Endsack (seit Rossignol »infundibulum« genannt) übergehe, welcher selbst allseitig mit kleinen polyedrischen nischenförmigen Aussackungen, den »alveoli«, besetzt sei.

Gegen diese Auffassung habe ich mich im Jahre 1871 mit meiner Darstellung des Säugetierlungenbaues in Strickers »Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere« gewandt, wo ich (a.a.O. S. 464—476) ein baumartig verzweigtes Kanalsystem beschrieb, dessen »ringsum mit Alveolen besetzte Gänge«, die »Alveolengänge«, wie ich sie nannte, mit den infundibula Köllikers (= air-sacs Waters) als ihren letzten blinden sackförmigen Endästchen enden.

Meine Darstellung fand zwar bald Anerkennung, wurde aber im Jahre 1881 von Kölliker[1] insofern noch etwas erweitert, als er nachwies, daß (beim Menschen) die der Luftleitung ausschließlich dienenden bronchioli nicht unmittelbar und unvermittelt in die baumartig verzweigten Alveolengänge übergehen, sondern mittels eines Übergangs-

[1] Verhandl. der Phys.-Mediz. Ges. in Würzburg, Bd. XVI, S. 1—25.

stückes, welches nicht mehr vollständig, sondern nur teilweise von nichtrespiratorischem Deckepithel ausgekleidet, vielmehr schon hier und da mit einzelnen Alveolen oder Alveolenkomplexen besetzt ist. Solche vom Ende eines echten bronchiolus zum Alveolengangsystem überführenden, einfachen oder schwach verzweigten Röhrenabschnitte hat KÖLLIKER »bronchioli respiratorii« genannt: welche Bezeichnung allerdings (wegen des im Namen selbst enthaltenen Gegensatzes oder Widerspruchs) leicht zu Mißverständnissen Veranlassung geben kann.

Gegen meine, durch KÖLLIKER noch etwas erweiterte Lehre von dem Alveolengangsystem wandte sich im Jahre 1892 der amerikanische Anatom A. MILLER[1], indem er an dem aus je einem echten bronchiolus hervorgehenden System respiratorischer Lufträume der Säugetierlunge folgende 7 verschiedene Abteilungen als typische Teile unterschied:

1. bronchus III (gleich KÖLLIKERS bronchiolus respiratorius),
2. terminal bronchus,
3. vestibulum,
4. atrium,
5. faux,
6. peristylum,
7. cubicula = air-cells.

Die fünf ersten dieser größtenteils nach den aufeinanderfolgenden Regionen eines pompejanischen Hauses benannten Abteilungen tragen nach MILLER sämtlich air-cells, d. i. Alveolen.

Später[2] (1900) hat MILLER von den genannten sieben Abschnitten zwei, nämlich »vestibulum« und »faux s. air-sac passage«, ganz zurückgezogen, »da sie nur Öffnungen zwischen Lufträumen bezeichnen sollten, selbst aber keine Lufträume umschließen«.

Für seinen Ausdruck »terminal bronchus« braucht er nun die Bezeichnung ductulus alveolaris des B. N. A., für »peristylum« die bekannteren Bezeichnungen infundibulum oder air-sac, d. i. sacculus alveolaris des B. N. A., und für »cubiculum« den Namen alveolus oder air-cell.

Er stellt daher für die respiratorischen Lufträume jetzt nur noch folgende fünf (an die echten bronchioli sich anschließenden) typischen Abteilungen auf:

1. bronchioli respiratorii,
2. ductuli alveolares,
3. atria,
4. sacculi alveolares,
5. alveoli pulmonis.

[1] Anat. Anzeiger, Jahrg. VII, S. 181—190 und Journ. of Morphol., Vol. VIII, S. 165—188.

[2] Arch. f. Anat. u. Entwickl. Anatom. Teil. Jahrg. 1900, S. 197—224.

Man sieht, daß Miller nunmehr zu den bis dahin angenommenen Regionen des respiratorischen Hohlräumesystems nur noch die atria als etwas Besonderes hinzufügen will. Er sagt 1900 a. a. O. S. 223: »Das Atrium ähnelt in keiner Weise dem Alveolargang von Schulze oder Kölliker und ist ein bisher unbekannter Abschnitt des Respirationstraktes« und ebendort S. 222: »Die Atrien sind ungefähr kugelige Hohlräume, welche unmittelbar einerseits mit dem Alveolargang, andrerseits mit den Luftsäckchen zusammenhängen. Jedes Atrium steht mit zwei oder mehr Luftsäckchen in Zusammenhang und ist außerdem mit Alveolen besetzt, die sich in das Atrium öffnen.«

Da Miller meine Darstellung und Charakteristik der Alveolengänge in Strickers Handbuch »unklar« fand, so hatte er sich, bevor er seinen im Jahre 1900 erschienenen Artikel schrieb, durch Vermittelung des Hrn. Prof. Spalteholz mit dem Ersuchen an mich gewandt, eine genauere Definition zu geben. Ich schrieb damals in der Annahme, daß es sich um die Abgrenzung der Alveolargänge gegen die bronchioli respiratorii Köllikers handele, Hrn. Prof. Spalteholz: »daß ich unter Alveolargängen nur solche Kanal- oder Gangbildungen verstanden habe oder verstehe, welche ringsum mit Alveolen besetzt sind. Ich bin der Überzeugung, daß gelegentlich, aber nicht immer, einzelne Alveolen oder Alveolenkomplexe auch schon vor den Alveolengängen an einem Bronchiolus auftreten können; dadurch würde aber der letztere noch nicht zu einem Alveolengange.«

Da ich in Strickers Handbuch S. 465 schon die seitlichen und terminalen Endausläufer meiner Alveolengänge den infundibula Köllikers gleichgesetzt und sie auch so bezeichnet hatte, war es klar, daß ich unter »Alveolengängen« die allseitig mit Alveolen besetzten, meist baumartig verzweigten Gänge verstehe, welche von den bronchioli respiratorii Köllikers ausgehen und in den infundibula oder air-sacs als ihren blinden Endästen enden. Immerhin ist es zweckmäßig, diese letzten blinden Endausläufer, obwohl sie im wesentlichen von dem gleichen Bau sind, wie die Alveolengänge, mit einem besonderen Namen zu bezeichnen. Die von dem B. N. A. gewählte Benennung »sacculi alveolares« oder kurz sacculi scheint mir als eine internationale Bezeichnung ganz glücklich gewählt. Ich werde sie daher gern annehmen und möchte im allgemeinen, um jeden möglichen Zweifel von vornherein auszuschließen, folgende Bezeichnungen empfehlen.

Für ein baumartig verzweigtes System, welches aus einem bronchiolus verus hervorgeht, schlage ich den Namen *arbor alveolaris* — Alveolarbäumchen — vor. Ein solches Alveolarbäumchen besteht also aus dem (gewöhnlich vorhandenen) bronchiolus respiratorius oder einem Alveolargangstamm als Basalstück, den darauf folgenden mehr

oder weniger reich verzweigten ductuli alveolares oder Alveolargängen[1] und deren letzten blindsackförmigen Ausläufern, den sacculi alveolares oder Alveolarsäckchen. Daß Millers »Atrien« keine »neuen, bisher unbekannten« Räume, sondern eben nur diejenigen Teile der Alveolargänge darstellen, in welche die sacculi münden, ist klar, selbst für den Fall, daß sich die Atrien als distinkte, eigenartige und scharf zu charakterisierende Abschnitte der Alveolargänge erweisen sollten. Doch kann ich letzteres ebensowenig zugeben wie Berdal[2], Laguesse[3], Merkel[4], V. von Ebner[5] u. a. Ich selbst habe mich schon in den Sitzungsberichten unserer Akademie vom 7. Januar 1904 S. 35 in einer kurzen Notiz gegen die von Miller angenommenen Atrien als eigenartige Bildungen ausgesprochen, und werde hier die Ergebnisse weiterer auf diesen Punkt gerichteter Untersuchungen mitteilen. Durch lange fortgesetzte Studien an Lungen verschiedener Säugetiere habe ich mich davon überzeugt, daß die beste Einsicht in die Figuration des respiratorischen Hohlraumsystems der Lunge gewonnen wird durch eine vorsichtige vollständige Füllung der frischen Lunge mit Paraffin, nach vorgängiger Entwässerung mittels sukzessiver Einfüllung von Alkohol in steigender (von 60 Prozent bis Alcohol absolutus) Konzentration, sodann einer Mischung von Alcohol absolutus und Xylol und endlich von reinem Xylol unter schwachem Druck von der Trachea aus. Das Xylol wird darauf im Thermostaten durch Einfüllen flüssigen Paraffins (ebenfalls unter schwachem Druck) verdrängt. Nach der Erstarrung des Paraffins werden von den jetzt solide Blöcke darstellenden Lungen einzelne Stücke nach verschiedenen Richtungen in mehr oder minder dünne Schnitte oder Schnittserien zerlegt und die Schnitte nach Aufkleben und Ausziehen des Paraffins in mannigfacher Weise tingiert. Von den so erhaltenen, in Dammarharz konservierten mikroskopischen Schnitten oder besonderen Teilen derselben lassen sich leicht photographisch Doppelbilder für stereoskopische Betrachtung als Diapositive herstellen, welche eine sehr deutliche Vorstellung von den Höhlen- und Gangverhältnissen des betreffenden Stückes geben.

[1] Wenn ich hier statt des früher von mir gebrauchten Ausdruckes »Alveolengang« jetzt die latinisierte Bezeichnung »Alveolargang« anwende, so geschieht dies keineswegs deshalb, weil ich etwa »Alveolengang« für falsch oder undeutsch halte. Sagt man doch auch »Laubengang« für einen mit Lauben besetzten Gang. Vielmehr möchte ich mit dem latinisierten Ausdruck dem Verständnis nichtdeutscher Leser entgegenkommen.

[2] Nouveaux éléments d'histologie 1894. 4e édition.

[3] Laguesse et d'Hardivilles in Comptes rend. du 5 congrès français de Méd. Lille 1900 und Comptes rend. de l'association des anatomistes. 1899.

[4] Handbuch der Anatomie des Menschen 1902, Bd. VI, I. Abt., S. 102.

[5] Köllikers Handbuch der Gewebelehre des Menschen 1902, Bd. III, S. 300–303.

Andererseits habe ich auch gute Ansichten von den Hohlraumverhältnissen des respiratorischen Teils der Lunge an Ausgüssen der zuvor mehr oder minder vollständig entlufteten Lunge mit leichtflüssigen Metallgemischen gewonnen, welche entweder überall oder doch in einzelnen Regionen eine vollständige Füllung aller Lufträume bis in die Alveolen zeigen.

Ich will zunächst auf die von KÖLLIKER als bronchioli respiratorii bezeichneten Gänge eingehen, welche (in der Regel vorhanden) sich als Übergangsstücke von den nur der Luftleitung dienenden echten bronchioli zu den rein respiratorischen Räumen darstellen. Nach KÖLLIKERS eigener, im Jahre 1881 in den Würzb. Verh. N. F. Bd. XVI S. 11 gegebener Darstellung erscheinen die bronchioli respiratorii »in zwei verschiedenen Formen, einmal als Röhren mit gleichmäßigem zylindrischen Flimmerepithel, und zweitens als Bronchiolen mit zweierlei Epithel, nämlich einmal Zylinder- oder kleinen Pflasterzellen und zweitens großen polygonalen Platten. Beide diese Röhren, von denen die letzteren die unmittelbaren Fortsetzungen der ersteren sind, tragen wandständige kleine Alveolen in mäßiger Menge und gleichen insofern den auf sie folgenden Alveolengängen.«

Wenn ich auch für manche Säugetiere diese von KÖLLIKER im Jahre 1881 zunächst speziell für die menschliche Lunge gegebene Darstellung im wesentlichen bestätigen kann, muß ich doch hervorheben, daß die Verhältnisse keineswegs bei allen Säugetieren die nämlichen sind und auch selbst in ein und derselben Lunge erheblich variieren können. Dasselbe geht auch aus der viele Säugetiergattungen und -Arten umfassenden Beschreibung hervor, welche OPPEL jüngst 1905 in seinem Lehrbuch der vergl. Anat. der Wirbelt. VI. Atmungsapparat S. 686—752 gegeben hat. Indem ich mir eine ausführliche Darstellung der speziellen Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen für eine spätere Arbeit vorbehalte, will ich hier zunächst nur darauf hinweisen, daß die bronchioli respiratorii in einzelnen Fällen ganz ausfallen können, indem sich an einen bronchiolus verus gleich echte Alveolargänge schließen können, teils als ein seitlich einmündendes Röhrensystem (Bäumchen), teils als terminales Endbäumchen. Auch andere Forscher sind schon zu dem gleichen Resultat gekommen. So schreibt z. B. JUSTESEN im Archiv f. mikr. Anat. Bd. 56 S. 640: »Der Übergang vom luftleitenden zum respirierenden System vollzieht sich beim Ochsen ganz plötzlich; mit einem Schlage ist der bronchiolus dicht mit Alveolen besetzt und nur von respiratorischem Epithel ausgekleidet.« Wenn JUSTESEN später (ebendort S. 641) sagt: »Ein bronchiolus simplex bildet dichotomisch zwei bronchioli respiratorii; diese dichotomieren; in jedem der so gebildeten bronchioli respiratorii zweiter

Ordnung entsteht eine Kavität, die wir mit Miller Atrium nennen werden, und von hier gehen wieder kurze Schläuche aus, die wir mit demselben Verfasser sacci aerii nennen« —, so geht aus dieser seiner Darstellung allerdings hervor, daß er unter seinen bronchioli respiratorii etwas ganz anderes als Kölliker, nämlich meine Alveolengänge, versteht. Er will also sagen, daß beim Ochsen der bronchiolus verus gleich in Alveolargänge übergeht, ohne das Übergangsstück eines bronchiolus respiratorius.

Besonders möchte ich noch betonen, das in die bronchioli respiratorii nicht nur einfache Alveolen (wie Kölliker angibt), sondern auch schon sacculi und selbst ganze Alveolarbäumchen seitlich einmünden können.

So scharf nun auch die Alveolargänge durch den Umstand, daß sie ringsum mit Alveolen besetzt sind, charakterisiert erscheinen, so groß ist doch ihre Variabilität bei den verschiedenen Säugetieren und auch innerhalb ein und derselben Lunge — hinsichtlich der Art und besonders nach der Reichlichkeit ihrer Verzweigung.

Ohne mich hier auf alle Einzelheiten in der Ausbildung der Alveolarbäumchen bei den verschiedenen systematischen Gruppen und selbst einzelnen Arten einzulassen (was einer späteren ausführlichen Arbeit vorbehalten bleibt), will ich einstweilen nur folgende Differenzen hervorheben.

Während es Säugetiere gibt, bei welchen, wie z. B. beim Delphin (*Phocaena phocaena*) die Alveolarbäumchen ganz kurz (etwa 0.6 mm) bleiben und nur aus wenigen, ein- oder zweimal geteilten Ästen bestehen, erscheinen sie bei anderen, und zwar gewöhnlich gerade bei den kleinen Formen, so bei den meisten Nagern, z. B. der Maus, bei den Chiropteren, sehr reich verästelt und verhältnismäßig groß (z. B. bei der Ratte etwa 2 mm und darüber). Die Art der Verzweigung ist sehr verschieden sowohl bei den einzelnen Tierformen als auch in ein und derselben Lunge.

Häufig findet sich eine nahezu dichotomische Teilung mit gleich großen oder mehr oder minder ungleichen Teilästen, in anderen Fällen gehen die Äste an beliebigen Stellen seitlich von einem größeren Stamm ab; seltener geschieht es, daß von einer Stelle mehrere Äste zugleich ausgehen. Im allgemeinen wird man also die Verzweigung als unregelmäßig zu bezeichnen haben. Auch die Winkel, unter welchen die Gänge sich teilen, variieren oft in einer Lunge beträchtlich, von ganz spitzen bis zu nahezu 160°. Gewöhnlich beträgt der Teilungswinkel 30°—50°.

Dasselbe gilt nun auch von der Art und Weise, wie die letzten blinden Endausläufer der Alveolargänge, die sacculi, durch Endteilung

oder als Seitenzweige dieser ihnen ja im wesentlichen hinsichtlich des Baues gleichenden Gänge entstehen. Gewöhnlich teilt sich ein Alveolargang terminal spitzwinklig in zwei, seltener in mehrere sacculi, die übrigen stehen als seitliche Ausläufer verschiedener Länge von den Zweigen verschiedener Ordnung unter verschiedenen, meist spitzen Winkeln distad ab. Die Alveolargänge zeigen im allgemeinen einen rundlichen, gewöhnlich sogar einen etwa kreisförmigen Querschnitt und stellen meistens nahezu gerade, gleichmäßig weite Röhrenabschnitte dar. Ihre Weite differiert erheblich je nach der Tierart, kann aber auch je nach dem augenblicklichen Kontraktionszustand ihrer Muskulatur während des Todes des Tieres verschieden sein und wird ferner durch den Grad der Füllung mit Luft oder mit der Injektionsmasse nicht unerheblich alteriert. Gewöhnlich findet man jedoch nur geringe Unterschiede in dem Durchmesser der verschiedenen Zweige ein und desselben Bäumchens. In gewissen Teilen der Lunge, so in den schmalen Randpartien und besonders in den frei vorragenden Zipfeln mancher Lungen kleiner Tiere pflegen die Gänge auch bei sonst gesunden Exemplaren auffällig (wahrscheinlich abnorm) erweitert zu sein, während sie andererseits im Innern der Lunge meistens etwas enger sind als in der Nähe der Oberfläche.

Fig. 1.



Einige Alveolarbäumchen von *Cercopithecus fuliginosus* GEOFFROY, gefüllt mit einer leichtflüssigen Metalllegierung. Vergrößerung: $\frac{10}{1}$. Direkte Wiedergabe der Photographie.

In der Regel münden alle die Wand eines Alveolarganges bildenden Alveolen mit ihrer Ausgangsöffnung in dessen Lumen ein, so daß sie also selbst als vertiefte Wandnischen oder richtiger Divertikel erscheinen. Gar nicht selten haben sich aber auch hier und da eine oder mehrere Alveolen eines unmittelbar benachbarten Ganges oder sacculus so zwischen die Alveolen des ersteren gedrängt, daß hier seine Seitenwand teilweise von der Oberfläche jener Nachbaralveolen gebildet wird, also nicht ausgebuchtet erscheint. Auf diesen Punkt komme ich weiter unten bei Besprechung der Blutgefäßverhältnisse noch einmal zurück.

Einen von MILLER vor dem Übergang der Alveolargänge in die sacculi »entdeckten« eigenartigen Hohlraum, welcher, »nicht röhrenförmig, sondern von mehr oder weniger deutlich kugeliger Gestalt«, außer mit Alveolen mit einer Anzahl in ihn einmündender sacculi besetzt sein soll, kann ich als einen eigenen typischen Abschnitt des respiratorischen Apparates der Säugetierlungen daher nicht anerkennen.

So wenig, wie man an einem sich unregelmäßig verzweigenden Baumast diejenigen Stellen, wo sich ein Ast in zwei oder auch mehrere Endäste teilt, als besondere typische Stellen charakterisieren und mit einem eigenen Namen, sondern einfach als Teilungsstellen zu bezeichnen pflegt, so wenig scheint mir in dem respiratorischen Gangsystem der Lunge die Auszeichnung dieser Stellen durch eine besondere Benennung (»Atrium«) erforderlich oder auch nur zweckmäßig zu sein. MILLERS Atrium ist eben das letzte Ende eines Alveolarganges vor seinem Übergang in die terminalen sacculi und verhält sich auch seinem Bau nach nicht anders als andere Regionen der Alveolargänge, in welche die seitlich ansitzenden sacculi einmünden.

Fig 2.



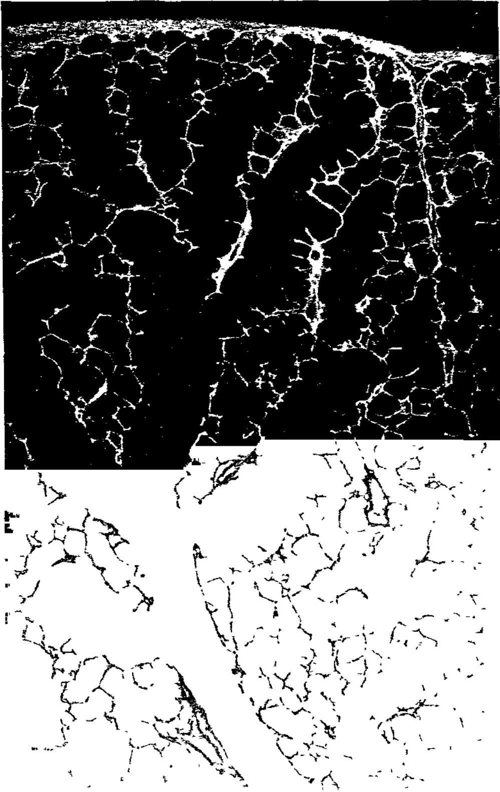
Schnitt aus einer mit Alkohol, Xylol und schliesslich mit Paraffin gefüllten Lunge von *Cavia cobaya* SCHREBER. Vergrösserung: $\frac{50}{1}$. Direkte Wiedergabe der Photographie.

Ebenso wie die Gestalt und Größe der Alveolarbäumchen und ihrer Alveolargänge zeigt auch Gestalt und Größe der Alveolarsäckchen, der sacculi, große Verschiedenheiten, sowohl in ein und derselben Lunge als besonders bei verschiedenen Tieren. Oft stellen sie nur von wenigen Alveolen gebildete kurze sackförmige Ausbauchungen von kaum $^1/_{10}$ mm Länge dar, zuweilen dagegen mehr schlauchförmige Gebilde von 1 mm Länge und darüber.

Wenn man die Form der bis zur Pleura reichenden sacculi an Schnitten oder Metallausgüssen studiert, begreift man, wie die früheren Untersucher zu dem in den meisten Fällen allerdings wenig zutreffenden Namen »infundibulum« gekommen sind; denn gerade hier erhalten die mit ihrem Fundus an der Pleura sich etwas abplattenden und verbreiternden terminalen Alveolarsäckchen nicht selten eine wahre Trichterform, während sie inmitten des respiratorischen Parenchymes fast stets nur die einfache Sackgestalt haben. Kurz und gedrungen erscheinen die sacculi, ähnlich wie die Alveolargänge überhaupt beim Delphin, langgestreckt und oft mehr schlauchförmig bei den meisten

Nagern und Chiropteren. Zuweilen erscheint die Einmündungsstelle (in den betreffenden Alveolengang oder den bronchiolus respiratorius) dem übrigen Lumen gegenüber etwas verengt, doch ist dies keineswegs allgemeine Regel. Nicht selten zeigt ihre Axe eine geringe Biegung. Oft wird auch durch stärkeres Vortreten des einen oder anderen Alveolenseptums eine Teilung in zwei oder einige Unterabteilungen angedeutet.

Fig. 3.



Schnitt aus einer mit Alkohol, Xylol und schließlich mit Paraffin gefüllten Lunge von *Bradypus tridactylus* Wied. Vergrößerung: $\frac{6}{1}$. Direkte Wiedergabe der Photographie.

Große Verschiedenheit findet sich in der Gestalt und Größe der Alveolen. Ausgehend von der ursprünglich als etwa $^1/_2$- bis $^3/_4$-kugelig zu denkenden Grundform können sie durch den von den umliegenden Gebilden, besonders von den benachbarten Alveolen ausgeübten Druck leicht polyedrische Formen mannigfacher Art annehmen, welche auch selbst wieder durch den Grad der Anfüllung der Lunge mit Luft und mit Blut noch geringer Änderungen fähig ist. Durch das Aneinanderstoßen seitlicher und terminaler Verschmelzung der Wände benachbarter Alveolen werden jedoch, ähnlich wie bei einem Blasenschaum, nahezu ebene Grenzflächen hergestellt. Die Zahl solcher übrigens sehr verschieden gestalteten, annähernd ebenen Grenzflächen einer Alveole variiert natürlich, dürfte aber meist zwischen 5 und 12 schwanken und nur selten mehr betragen.

Das Netz elastischer Fasern, welches jede Alveolenwand durchzieht und sich an dem Mündungsrande zur Bildung eines mehr oder minder derben Randsaumes verdichtet, kann auch außerdem hier und da zur Bildung einspringender Wandleisten Veranlassung geben. Besonders an dem mit der Pleura verwachsenen Fundus der oberflächlichsten subpleuralen Alveolenwand kommt es bei starker Luftanfüllung

oder praller Injektion zwischen einem solchen einspringenden Leistennetz zu sekundären nischenartigen Ausbauchungen der sonst fast ebenen pleuralen Alveolenwand.

II. Größe der Alveolen bei verschiedenen Säugetieren.

Obwohl über die Dimensionen der Lungenalveolen bei verschiedenen Säugetieren bereits von mehreren Autoren Angaben vorliegen und auch speziell für den Menschen die Weite der Alveolen in verschiedenen Lebensaltern sowie für die einzelnen Regionen der Lunge studiert ist, halte ich es doch nicht für überflüssig, hier noch einige meiner eigenen Untersuchungsergebnisse mitzuteilen.

Zunächst kann ich die schon von Anderen mehrfach angegebene Tatsache bestätigen, daß die in Form und Größe sehr variabeln Alveolen keineswegs in allen Regionen ein und derselben Lunge gleiche Durchschnittsgröße haben, vielmehr an der Oberfläche und besonders an den zugeschärften Randteilen und vorragenden Zipfeln durchschnittlich erheblich größer sind als im Innern der Lunge; daß ferner die Ausdehnung der Alveolen mit dem Alter nicht unbeträchtlich zunimmt; und daß endlich im allgemeinen die größeren Säugetiere auch größere Alveolen haben als die kleineren. Aber gerade in letzterer Hinsicht muß ich auf gewisse Abweichungen von dieser Regel hinweisen, welche mir aufgestoßen sind, und werde eine Erklärung dieser Ausnahmen versuchen.

Die größten Alveolen finde ich unter den von mir untersuchten Säugetieren beim Faultier, *Bradypus tridactylus* Wied, dessen Körper an Umfang etwa dem einer Hauskatze entspricht. Durchschnittlich haben bei dem von mir untersuchten Faultierexemplar die Lungenalveolen einen Durchmesser von 400 μ, während sie bei einer etwa gleichgroßen Hauskatze nur etwa 100 μ, bei dem wohl zehnmal größeren Delphin (*Phocaena phocaena*) dagegen auch nur etwa 150 μ und beim Menschen nach älteren Bestimmungen etwa 200 μ messen. Die kleinsten von mir gemessenen Alveolen finden sich bei der Zwergspitzmaus, *Sorex minutus*, welche übrigens auch das kleinste deutsche Säugetier darstellt. Hier beträgt die durchschnittliche Alveolenbreite nur etwa 25 μ, bei der nur wenig größeren Fledermaus, *Vesperugo pipistrellus*, dagegen schon durchschnittlich 30 μ.

III. Anzahl der Alveolen und Größe der gesamten respiratorischen Fläche.

Aus meinen sämtlichen Alveolenmessungen (deren genauere Mitteilung ich mir für später vorbehalte) habe ich den Eindruck gewonnen, daß außer der Körpergröße auch noch verschiedene andere Faktoren,

so besonders die Lebensweise und speziell die Stärke und Dauer der Muskelaktion, für die Zahl und Größe der Alveolen in Betracht kommt. Dies dürfte auch wohl von vornherein deshalb als wahrscheinlich anzunehmen sein, weil ja von der Größe und Zahl der Alveolen die Ausdehnung der respiratorischen Gesamtfläche abhängt, und damit wieder die Intensität des Stoffwechsels in Beziehung steht, welche bei Tieren mit kräftiger Muskelaktion viel bedeutender ist als bei solchen mit träger Bewegung.

Um dies zunächst an einem Beispiel zu erläutern, will ich die respiratorische Gesamtfläche bei den schon genannten beiden nahezu gleichgroßen Tieren, dem dreizehigen Faultier und der Hauskatze, in Betracht ziehen.

Bei jedem dieser beiden Tiere schätze ich das Volumen der Lunge auf etwa 500 Kubikzentimeter, und nehme an, daß für die Luftwege, Gefäße und das Zwischengewebe ungefähr 20 Prozent des Gesamtvolumens abzuziehen ist, um das Volumen des ausschließlich aus Alveolen bestehenden rein respiratorischen Parenchymes zu erhalten. Es bleibt also für letzteres ein Volumen von 400 Kubikzentimeter übrig. Aus diesen durch Schätzung gefundenen Volumen des Alveolenparenchymes und aus der durch direkte Messung zu 100 μ bestimmten Alveolenbreite läßt sich nun zunächst die Anzahl der Alveolen und sodann auch die Größe der respiratorischen Gesamtfläche berechnen.

Der einfacheren Rechnung wegen nehme ich die Gestalt der polyedrischen Alveolen als Hohlwürfel an. Der Kubikinhalt einer einzelnen 100 μ breiten Katzenalveole ist demnach 100^3 Kubikmikren oder 1000000 cbμ. Da nun das Volumen des ganzen respiratorischen Parenchymes auf 400 ccm angenommen wurde, und da 1 ccm $= 10^{12}$ cbμ ist, so beträgt das Volumen des ganzen respiratorischen Parenchymes $400 \cdot 10^{12}$ cbμ. Dividiert man, um die Anzahl der Alveolen zu erfahren, diese Zahl durch das einzelne Aveolenlumen $= 100^3$, so erhält man $\frac{400 \times 10^{12}}{100^3}$ oder $\frac{400 \cdot 10^{12}}{10^6} = 400 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^8$, d. i. 400000000. Eine Katzenlunge enthält also etwa **400 Millionen Alveolen.**

Da wir uns nun die einzelne Alveole als einen an einer Seite offenen Hohlwürfel von 100 μ Seitenlänge gedacht haben, so enthält er 5 respiratorische Flächen von je 100^2 qμ, d. h. $5 \cdot 100^2$ oder, was dasselbe ist, $5 \cdot 10^4$ qμ. Es werden demnach sämtliche $4 \cdot 10^8$ Alveolen zusammen eine respiratorische Fläche von $5 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^8$ qμ oder $20 \cdot 10^{12}$ qμ haben oder, da 10^{12} q$\mu = 1$ qm ist, eine Fläche von etwa **20 Quadratmeter** darstellen.

Führt man unter gleichen Voraussetzungen und in gleicher Weise die Rechnung für die Lunge des dreizehigen Faultiers aus, dessen

respiratorisches Parenchym auf dasselbe Volumen von 400 ccm geschätzt wurde, so ergibt sich folgendes:

Volumen des respiratorischen Parenchyms $= 400$ ccm $= 4 \times 10^{14}$ cbμ;
Volumen einer einzelnen 400 μ breiten Alveole $= 400^3 = 4^3 \times 10^6$ cbμ:
also Anzahl der Alveolen

$$= \frac{4 \times 10^{14}}{4^3 \times 10^6} = \frac{10^8}{4^2} = 625 \times 10^4 = \mathbf{6250000.}$$

Ferner die respiratorische Innenfläche einer Alveole

$$5 \times 400^2 \text{ q}\mu = 5 \times 4^2 \times 10^4 = 5 \times 2^4 \times 10^4 = 2^3 \times 10^5 \text{ q}\mu;$$

folglich die gesamte respiratorische Fläche der Lunge

$$5^4 \times 10^4 \times 2^3 \times 10^5 = 5^4 \times 2^3 \times 10^9 = 5 \times 10^{12} \text{ q}\mu = \mathbf{5\ Quadratmeter.}$$

Demnach ergibt sich, daß die respiratorische Fläche der Katzenlunge etwa viermal größer ist als die der Faultierlunge.

Ich bin geneigt, diesen auffälligen Unterschied darauf zu beziehen, daß die Katze als springendes Raubtier eine sehr kräftige Muskelaktion ausübt, daher einen besonders regen Stoffwechsel hat und somit eine große Respirationsfläche braucht, während das mit seinen sichelförmigen Krallen an Baumzweigen hängende und ohne jegliche Anstrengung Blätter verzehrende träge Faultier nur wenig Bewegungen ausführt und daher einen viel weniger lebhaften Stoffwechsel hat als die Katze, somit auch eine weit geringere Respirationsfläche gebraucht als jene.

Eine gleiche Berechnung habe ich ausgeführt für den Menschen und einen ihm etwa an Maße gleichen Delphin, *Phocaena phocaena* (L).

Für den Menschen liegen zwar schon ähnliche Bestimmungen vor, so z. B. die von Aeby in seinem bekannten Buche »Der Bronchialbaum« 1880 S. 90 ausgeführte Berechnung des Gesamtvolumens der Lunge, der Zahl der (»Lungenbläschen«) Alveolen und der respiratorischen Wandfläche unter Annahme des Alveolendurchmessers von 200 μ. — Indessen kann ich mich mit dem Endergebnis Aebys hinsichtlich der von ihm auf 404500000 beim Manne und 322500000 beim Weibe berechneten Alveolenzahl und der davon abhängigen gesamten Respirationsfläche von 50450400 qmm beim Manne und 40248000 qmm beim Weibe wegen einzelner mir unzulässig scheinender Voraussetzungen nicht einverstanden erklären. Um so lieber will ich aber seine auf zahlreichen genauen Messungen beruhenden Angaben über das Gesamtlungenvolumen meiner eigenen Berechnung zugrunde legen. Aeby fand für den Mann $= 1617$ ccm, für das Weib $= 1290$ ccm Lungenvolumen. Ich will hier für die Lunge eines mäßig großen erwachsenen Menschen ein Volumen von 1500 Kubikzentimeter und das gleiche für die Delphinlunge annehmen und zunächst die Rechnung für die Menschenlunge ausführen.

Als Volumen des respiratorischen Parenchymes, nach Abzug von 20 Prozent, nehme ich an 1200 Kubikzentimeter oder $= 12 \times 10^{14}$ cbμ. Das Volumen einer einzelnen, 200 μ breiten Alveole beträgt 200^3 cbμ; also die Zahl der Alveolen $= \frac{12 \times 10^{14}}{2^3 \times 10^6}$ $= \frac{12 \times 10^8}{2^3} = 150000000$. Demnach hätte der erwachsene Mensch etwa **150 Millionen Alveolen.**

Ferner ist die respiratorische Innenfläche einer Alveole

$$= 5 \times 200^2 \text{ q}\mu = 5 \times 2^2 \times 10^4 \text{ q}\mu = 20 \times 10^4 \text{ q}\mu:$$

folglich die gesamte respiratorische Fläche

$$= 20 \times 10^4 \times 15 \times 10^7 \text{ q}\mu = 300 \times 10^{11} \text{ q}\mu, = 3 \times 10^{13} \text{ q}\mu$$

= etwa **30 Quadratmeter.**

Für den Delphin rechne ich ebenfalls das Volumen des respiratorischen Parenchyms, nach Abzug von 20 Prozent des Lungenvolumens, = 1200 ccm

$$= 12 \times 10^{14} \text{ Kubikmikren.}$$

Das Volumen einer einzelnen, etwa 140 μ breiten Delphinlungenalveole beträgt $= 140^3$ cbμ $= 14^3 \times 10^3$ cbμ; folglich ist die Anzahl der Alveolen

$$= \frac{12 \times 10^{14}}{14^3 \times 10^3} = \frac{12 \times 10^{11}}{14^3} = \frac{12 \times 10^{11}}{2^3 \times 7^3} = \frac{2^2 \times 3 \times 2 \times 5 \times 10^{10}}{2^3 \times 7^3} = \frac{15 \times 10^{10}}{7^3}$$

$$= \frac{15 \times 10^{10}}{343} = \text{etwa } 437000000.$$

Also hat die Delphinlunge etwa **437 Millionen Alveolen.** Die respiratorische Innenfläche einer Alveole ist

$$5 \times 140^2 \text{ q}\mu = 5 \times 19600 \text{ q}\mu = 5 \times 196 \times 10^2:$$

also hat die ganze Lunge eine respiratorische Innenfläche von

$$\frac{12 \times 10^{14}}{14^3 \times 10^3} \times 5 . 14^2 \times 10^2 \text{ q}\mu = \frac{12 \times 10^{14} \times 5 \times 10^2}{14 \times 10^3}$$

$$= \frac{30 \times 10^{13}}{7} \text{ q}\mu = \text{etwa } 4.3 \times 10^{13} \text{ q}\mu = \text{etwa } \textbf{43 Quadratmeter.}$$

Daß der besonders muskelstarke, zum beständigen Durchdrängen durch das (großen Widerstand leistende) Meereswasser genötigte Delphin auch einen starken Stoffwechsel haben wird und infolgedessen eine besonders große Respirationsfläche braucht, ist wohl einleuchtend; aber daß in dieser Hinsicht die Differenz zwischen ihm und dem etwa gleich großen Menschen so erheblich sei, hatte ich nicht erwartet.

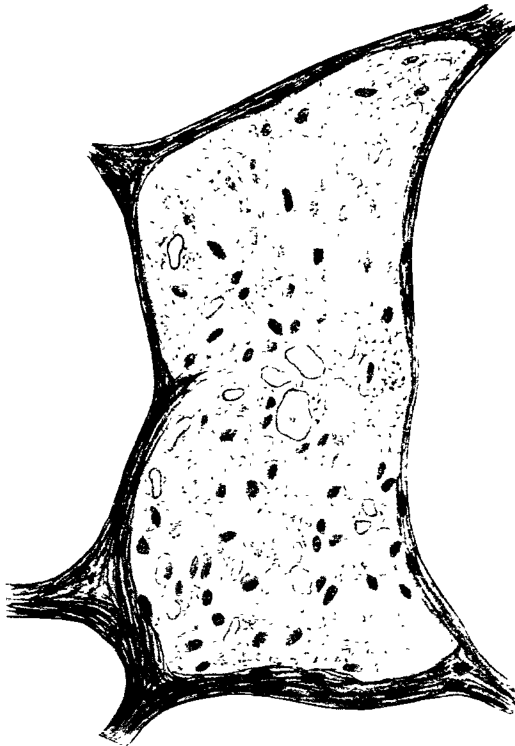
IV. Löcher in der Scheidewand der Alveolen.

Ob in den dünnen Scheidewänden aneinanderstoßender Alveolen normalerweise (d. h. in gesunden Lungen) bei Säugetieren Löcher vorkommen, ist eine gerade in den letzten Dezennien sehr verschieden beantwortete Frage. Während manche Forscher, wie Piersol (1895), W. S. Miller (1894), Laguesse (1901) und Oppel (1905) zu dem Resultat gekommen sind, daß Alveolenwandporen bei Säugern nicht als normale Strukturen betrachtet werden dürfen, haben andere, wie Hauser (1893), Hansemann (1895), K. W. Zimmermann (1898), Nicolas (1898) und Merkel (1902) die Existenz solcher Löcher, zunächst für den Menschen, dann aber auch für einige andere Säugetiere, wie Katze, Hund usw., mit Entschiedenheit behauptet. Besonders David Hansemann hat in den Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1895 S. 999—1001 das Vorkommen von Alveolarwandporen eingehend beschrieben und sowohl beim Menschen als auch bei mehreren Säugetieren (Orang-Utan, Schimpanse, Pavian, Hund, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus) in der Weise zur Anschauung gebracht, daß er eine injizierte gefärbte Leimmasse durch Alkoholeinwirkung nachträglich zum Schrumpfen brachte und dabei ein deutliches Durchtreten anastomotischer Leimfäden durch die Alveolenscheidewände nachgewiesen hat. Obwohl von anderen Anatomen, wie von Ebner, Aigner, W. S. Miller und Oppel, gegen Hansemanns Angaben, und speziell gegen die Beweiskraft solcher Leiminjektionen, Bedenken erhoben sind, hat Hansemann doch wiederholt seine Angaben aufrecht erhalten und das Vorhandensein der Löcher auch ohne die erwähnte Methode an einfach mit Spiritus gefüllten Lungen beobachtet. Trotzdem hat Oppel noch im vorigen Jahre, 1905, in seinem großen Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere S. 647 berichtet, daß er weder bei höheren noch bei irgendeinem der von ihm untersuchten niederen Säugetiere Alveolenporen im Sinne Hansemanns nachzuweisen vermochte.

Ich habe dagegen glattrandige, kreisförmige oder ovale Löcher in den Alveolensepten aller von mir studierten Säugetierlungen gefunden, und zwar nicht nur bei alten, sondern auch bei ausgewachsenen jungen gesunden Tieren. Doch ist die Anzahl und Größe dieser Löcher bei den verschiedenen Formen außerordentlich verschieden. Auch variiert die Zahl und Verteilung der Poren bei ein und demselben Individuum in den einzelnen Lungenregionen ebenso wie ihre Anordnung und Menge in den einzelnen Alveolensepten erheblich.

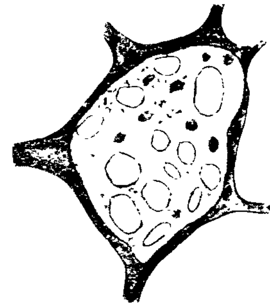
Sehr spärlich finde ich die Alveolenwandporen bei den durch die Größe ihrer Lungenalveolen ausgezeichneten Edentaten, *Bradypus* und *Myrmecophaga.* Hier kommen sie nur ganz vereinzelt und klein in einigen Alveolensepten vor, während die meisten Septa überhaupt keine Lücken besitzen. Mäßig häufig, aber immer ganz unregelmäßig zerstreut, finden sie sich in den Alveolensepten des Menschen und der meisten größeren oder mittelgroßen Haussäugetiere, reichlicher schon bei den Nagern, speziell bei der Ratte und der Maus, noch zahlreicher bei den Fledermäusen, und zwar besonders bei den kleineren Formen der Gattung *Vesperugo.*

Fig. 4.



Alveolenscheidewand *Bradypus tridactylus*. Vergrößerung $\frac{270}{1}$.
Nach einer Zeichnung

Fig. 5.



Alveolenscheidewand von *[illegible]*. Vergrößerung $\frac{270}{1}$.
Nach einer Zeichnung

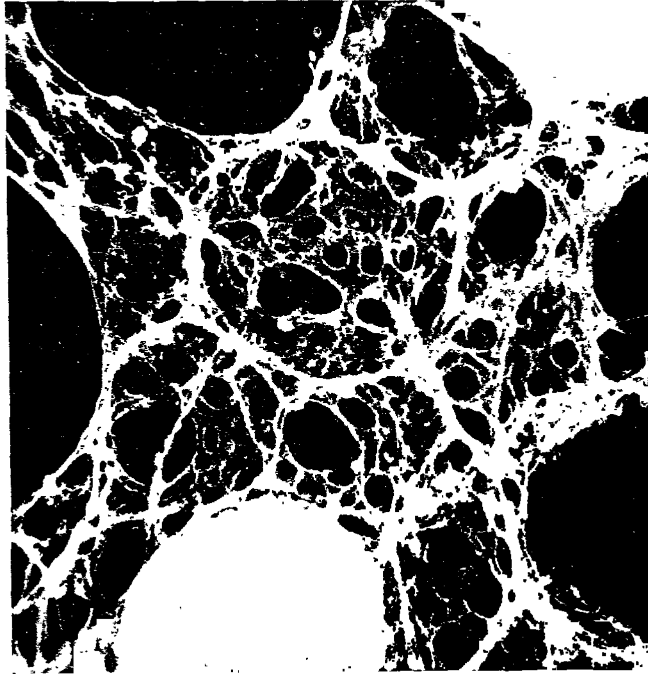
Am reichlichsten aber habe ich die Löcher in den Alveolenscheidewänden einiger Insektivoren, so besonders des Zaunigels, des Maulwurfs und der Spitzmäuse, vor allen der kleinsten deutschen Spitzmaus (*Sorex minutus*) gefunden.

Bei allen diesen Insektivoren stellen die Alveolensepten ein von verschieden großen rundlichen Löchern durchbrochenes Gitterwerk dar, so daß es unter Umständen schwer ist, an Schnitten die Abgrenzung der einzelnen Alveolen zu erkennen, und man ein spongiöses Balkengerüst vor sich zu haben glaubt. Jedoch gelingt es in der Regel bald, sich zu orientieren, zumal mittels guter, für das Stereoskop angefertigter Diapositive.

Die Weite der Löcher hängt zum Teil von dem Füllungsgrade der Kapillarnetze ab. Bei ganz von Blut entleerten Lungen erscheinen die Poren viel weiter (s. Fig. 6) als bei prall injizierten.

Auffällig war es mir, daß die Alveolensepta des auf Madagaskar lebenden »Tanrek«, *Centetes ecaudatus*, eines nahen Verwandten unseres Zaunigels, zwar auch zahlreiche Lücken in den Alveolensepten zeigen,

Fig. 6.



Schnitt aus einer mit Alkohol, Xylol und schließlich mit Paraffin gefüllten Lunge von *Erinaceus europaeus* L. Vergrößerung: $\frac{300}{1}$. Direkte Wiedergabe der Photographie. Nach völliger Entleerung der betreffenden Lunge von Blut sind die Kapillaren zum großen Teil kollabiert und dadurch die Löcher in den Scheidewänden der Alveolen teilsweise etwas erweitert.

aber keineswegs so reichlich durchbrochen sind, wie bei unseren einheimischen Insektivoren.

Selbstverständlich muß eine so weitgetriebene Perforation der Alveolensepta von großer Bedeutung für die Erhöhung des Gasaustausches sein, da hierbei die nur mit dünner Hülle umkleideten Kapillaren fast allseitig von Luft umspült sind, während sie in den wenig durchbohrten Septen anderer Säugetiere nur an zwei gegenüberliegenden Seiten mit der Luft in Berührung kommen.

Daß diese erhöhte Respirationsgelegenheit grade Tieren mit besonders intensivem Stoffwechsel zukommt, erscheint begreiflich. Bedarf

doch der Maulwurf täglich etwa soviel tierischer Nahrung wie sein eigenes Gewicht beträgt. Ebenso gehören die Spitzmäuse, wie bekannt, zu den gefräßigsten Säugetieren. Lenz mußte einer gefangen gehaltenen Spitzmaus (*Sorex vulgaris*) täglich eine Maus oder einen Vogel ihrer eigenen Größe geben. Läßt man sie im geringsten Hunger leiden, so sterben sie.

V. Die Kapillarnetze der Alveolen.

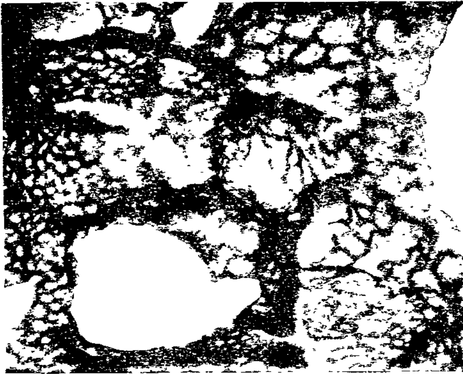
Von allen Untersuchern ist die Enge der Maschen des Blutgefäßkapillarnetzes hervorgehoben, welches sich an der Alveoleninnenfläche, bzw. in den Septen der Alveolen ausbreitet.

»Das Kapillargefäßnetz der Alveolen gehört zu den feinsten, dichtesten und gleichförmigsten«, sagt Henle 1866 in seinem Handbuch der Anatomie des Menschen Bd. II S. 283; und W. S. Miller bemerkt im Anatomischen Anzeiger 1892 S. 189: »Lying between the pulmonary artery and vein we have the richest capillary network in the whole body«, fügt dann aber hinzu: »This network is much coarser and the capillaries are wider just beneath the pleura than it is in the deeper portions of the lung«. Diese Angabe kann ich für alle von mir injizierten Säugetierlungen bestätigen, wenngleich die Differenz der Netzmaschen keineswegs bei allen Arten gleich groß ist. In den meisten Fällen finde ich die Maschenweite des mit der Pleura verwachsenen Alveolenfundus drei- bis viermal so groß als in den übrigen, dünnen Alveolensepten entsprechenden Alveolenwänden, wo die Kapillarmaschenlücken durchschnittlich nicht breiter sind als der Durchmesser der sie umschließenden Kapillaren. Doch sind die Maschen des subpleuralen Kapillarnetzes der Lunge des Zaunigels beispielsweise etwa nur doppelt so weit als die des septalen.

Ich kann diese Entdeckung Millers bestätigen und noch dahin erweitern, daß nach meinen Beobachtungen nicht nur die Kapillarnetze der pleuralen Alveolenwandfläche, sondern aller derjenigen Alveolenflächen erheblich weitere Maschen haben (als die septalen), welche nicht an andere Alveolen grenzen. Dahin gehören 1. sämtliche Alveolenwände, welche an jene mehr oder minder dicken Bindegewebssepta anstoßen, durch welche die größeren oder kleineren Lungenlappen voneinander geschieden sind, 2. alle Alveolenwände, welche an die luftleitenden Bronchien verschiedenster Größe angrenzen, und 3. diejenigen Alveolenwandteile, welche mit den über ein gewisses Kaliber hinausgehenden Blutgefäßen (Arterien oder Venen) verwachsen sind.

Es ist also das **engmaschige** Alveolenkapillarnetz stets nur auf jene **dünnen Scheidewände** beschränkt, welche entweder zwischen unmittelbar benachbarten Alveolen ausgespannt sind oder zwischen den mit dünnem respiratorischen Epithel gedeckten Regionen der bronchioli respiratorii und den diesen anliegenden Alveolen benachbarten Alveolargänge, bzw. deren sacculi, vorkommen.

Fig. 7.



Schnitt aus einer injizierten Lunge von *Mymecophaga tetradactyla* L. Vergrößerung: $\frac{100}{1}$. Auf der schräg angeschnittenen Wand eines größeren Blutgefäßes sind die Kapillarnetze der anliegenden Alveolenwände weitmaschiger als die Kapillarnetze der Alveolensepte. Direkte Wiedergabe der Photographie.

An den bronchioli respiratorii finden sich nicht nur einfache Alveolen vor, welche als ihnen selbst zugehörige seitliche Divertikel in ihr übrigens röhrenförmiges Lumen einmünden, sondern es gibt auch hier und da einzelne Regionen oder ganze Strecken der bronchioli respiratorii, welche von den dünnen Wänden benachbarter Alveolen anderer Gangsysteme gebildet werden, ohne daß die zugehörigen Alveolen in das Lumen der bronchioli respiratorii selbst münden, vielmehr diesem ihre Außenfläche zukehren. Die in solchen Scheidewänden befindlichen Kapillarnetze gehören stets auch zu den engmaschigen, sind also rein respiratorisch.

Dies ganze Verhältnis begreift sich leicht, wenn man bedenkt, daß entwicklungsgeschichtlich die sämtlichen respiratorischen Flächen der Lunge zunächst nach Art der Innenfläche einer traubigen Drüse gegen eine bindegewebige Grundlage und in diese hinein auswachsen, also alle an ihrer Innenfläche überall zunächst nur ein einfaches respiratorisches Kapillarnetz mit mäßig weiten Maschen haben. Überall nun, wo zwei solche mit respiratorischem Kapillarnetz versehene Flächen sich erreichend aneinanderstoßen und sich gegeneinander abplatten, entsteht zwischen ihnen eine gemeinsame dünne Scheidewand, welche durch Verwachsung und vielfache Anastomose ihrer beiderseitigen Kapillarnetze ein zunächst mindestens doppelt so enges Kapillarnetz erhalten muß, als jene Wandflächen, welche gegen eine derbe, auf der anderen Seite **kein** respiratorisches Kapillarnetz aufweisende Wand (wie die Pleura, die gröberen Bronchien und die größeren Blutgefäße) treffen und hier natürlich ihr einfaches Kapillarnetz behalten.

Hieraus begreift sich auch der von mir schon im Jahre 1871 in Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben usw. S. 473 hervorgehobene Umstand, daß in den Alveolensepten zwar nur ein einfaches Kapillarnetz enthalten ist, daß dies aber nicht ganz plan in einer Ebene ausgespannt ist, sondern daß sich seine Kapillarbalken bald mehr in die eine, bald mehr in die andere der beiden benachbarten Alveolen vorbauchen (vgl. a. a. O. S. 473 und Fig. 131). Je nach der Ausdehnung und dem Spannungszustande der Alveolenwand werden diese Vorbauchungen der Kapillarnetzteile mehr oder minder weit in die betreffende Alveolenhöhle vorragen, ohne jedoch jemals ganz aus deren Wand herauszutreten.

Einen bedeutenden Einfluß auf die Erleichterung des Gasaustausches müssen die Lücken in den Alveolensepten besonders dann gewinnen, wenn sie zahlreich werden und in vielen Kapillarmaschen, die Wand durchbrechend, schließlich einen fast allseitigen Zutritt der Luft zur Oberfläche der Kapillaren gestatten, wie dies beispielsweise bei dem Igel, dem Maulwurf und den Spitzmäusen der Fall ist. Hier sind die Kapillarnetze, wie oben hervorgehoben ist, nahezu frei in der Luft aufgehängt und fast allseitig von dieser umspült.

Ausgegeben am 15. Februar.

1906.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Erman las über »die angebliche Änderung des Klimas von Aegypten«.

Noch im dritten Jahrtausend besass Aegypten auch in seinem oberen Theile sumpfige Strecken; die östliche Wüste barg in ihren Thälern grössere Bestände an Bäumen und Büschen und in Folge dessen auch einen grösseren Reichthum an Wild. In beiden Fällen ist die seither eingetretene Veränderung aber das Werk des Menschen und nicht des Klimas. Über die westliche Wüste ist nichts sicheres festzustellen; die starke Versandung, die in der Gegend von Memphis gegen Ende des dritten Jahrtausends einsetzt, hat vielleicht nur locale Ursachen.

2. Hr. Harnack legte einen neu erschienenen Band der mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung unternommenen Ausgabe der griechischen Kirchenväter vor: Eusebius Werke. Band 4. Hrsg. von Prof. E. Klostermann. Leipzig 1906.

3. Hr. Tobler legte das von der Akademie unterstützte Werk vor: Lo Codi. Eine Summa Codicis in provenzalischer Sprache hrsg. von H. Fitting und H. Suchier. Theil 1. Halle a. S. 1906.

4. Hr. Erman legte vor: Archæological Survey of Egypt. Memoir 15. The Rock Tombs of el Amarna. Part 3. By N. de G. Davies. London 1905.

Ausgegeben am 15. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE 1906. VIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Klein las: Studien über Meteoriten, vorgenommen auf Grund des Materials der Sammlung der Universität Berlin. (Abh.)

Es wird dargethan, dass die Structur und der Bestand der Meteoreisen dem entspricht, was die Technik künstlich darstellt, und der weitere Nachweis geführt, dass die Meteorsteine in Structur und Bestand den irdischen Gebilden gleichen, in Sonderheit, dass der Aufbau der seither als excentrisch strahlig angesehenen Chondren ein radialstrahliger wie bei den Sphärolithen der irdischen Gesteine ist. Hieraus geht hervor, dass die Materie auf der Erde und ausserhalb derselben denselben Gesetzen der Bildung und Zusammenfügung unterworfen ist.

2. Hr. Schottky legte eine Mittheilung von Prof. Dr. E. Landau in Berlin vor: »Über das Nichtverschwinden einer Dirichlet-schen Reihe.« (Ersch. später.)

Der Verfasser theilt zwei neue Beweisanordnungen für den zuerst von Dirichlet bewiesenen Satz mit: Wenn $\chi(n)$ ein vom Hauptcharakter verschiedener reeller Charakter der Gruppe der zu k theilerfremden Restclassen ist, so ist der Werth der Summe $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\chi(n)}{n}$ von Null verschieden.

3. Hr. Kekule von Stradonitz legte den von Hrn. Director Theodor Wiegand eingesandten fünften vorläufigen Bericht über die Ausgrabungen der Königlichen Museen zu Milet vor.

4. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: R. Kekule von Stradonitz, Die griechische Skulptur. Berlin 1906 aus der Reihe der Handbücher der Königlichen Museen; E. Holm, Danmark-Norges Historie fra den store nordiske Krigs Slutning til Rigernes Adskillelse (1720 bis 1814). Bind 5. Kjobenhavn 1906 und Vol. 3 der unterstützten Ausgabe der Werke des Libanius von R. Foerster. Lipsiae 1906.

Die Akademie hat in der Sitzung am 11. Januar den Professor der Astronomie an der Universität Leipzig Geheimen Hofrath Dr.

Heinrich Bruns, den Director der Sternwarte der Harvard University Edward Charles Pickering in Cambridge, Mass., und den Professor der Astronomie an der Universität München Dr. Hugo von Seeliger zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

Fünfter vorläufiger Bericht über die von den Königlichen Museen in Milet unternommenen Ausgrabungen.

Von Direktor Dr. Theodor Wiegand
in Konstantinopel.

(Vorgelegt von Hrn. Kekule von Stradonitz.)

Dieser Bericht umfaßt die Ausgrabungstätigkeit des Jahres 1905. Dem geneigten Entgegenkommen Sr. Exzellenz des Kgl. Bayrischen Kultusministers, Hrn. Dr. von Wehner, verdanken wir es, daß Hr. Dr. Albert Rehm aus München in der Weiterbearbeitung der Inschriften auch diesmal Hilfe leisten konnte. Als Architekten waren wiederum Hr. Regierungsbaumeister Hubert Knackfusz und Hr. Georg Kawerau tätig; als Volontäre wirkten zeitweilig Hr. Architekt A. Zippelius, Stipendiat der M. Wagner-Stiftung aus Würzburg, und Hr. Dr. E. Steiner aus Xanten, Stipendiat des Kaiserl. Archäologischen Instituts. Im Frühjahr erfreuten wir uns der epigraphischen Unterstützung Hillers von Gaertringen, der sich aus Anlaß der von ihm nach H. von Protts Tode übernommenen Bearbeitung der Inschriften von Priene zugleich mit der Topographie der Mykale beschäftigte. Am 11. Mai wurden die Ausgrabungen durch einen Besuch des Kaiserlichen Botschafters, Hrn. Staatsministers Freiherrn Marschall von Bieberstein, geehrt, welcher mit Sr. M. Spezialschiff »Loreley« (Kommandant Kapitänleutnant Brüninghaus) den Panormoshafen bei Didyma anlief und am gleichen Tage unsere künftige Arbeit dort mit dem ersten Hackenschlag eröffnete.

Für die bevorstehende Ausgrabung des Didymeion mußten nahezu sechzig Gebäude des heutigen Griechendorfes Jeronta enteignet und demoliert werden, da sie unmittelbar auf und am Tempel standen. Daß wir mit dieser kostspieligen und mühevollen Vorbereitung schon jetzt zu Ende sind, verdanken wir außerordentlicher Hilfsbereitschaft und bedeutender materieller Unterstützung von seiten einer großen Anzahl von Altertumsfreunden. Wenn ich mir auch versagen muß, hier alle zu nennen, denen unser warmer Dank gilt, so sei doch gestattet,

der besonderen Mitwirkung des Verwaltungsrates des Norddeutschen Lloyd und seines Generaldirektors Hrn. Dr. H. Wiegand zu gedenken, ferner des Geheimen Kommerzienrates Hrn. E. Arnhold in Berlin, des Hrn. Karl Schütte und der Frau Max Hoffmann in Bremen, des Hrn. Gustav H. Schwab in Neuyork, der Frau Elise von Siemens und des

Fig. 1.

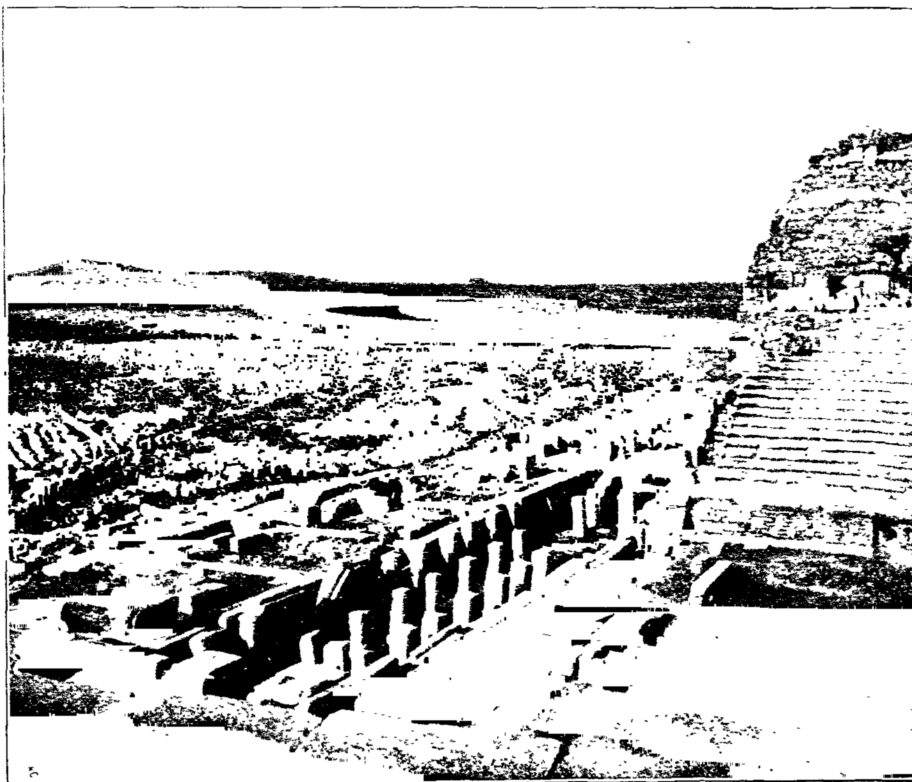


Hrn. Dr. Max Oechelhäuser in Berlin. Die Freilegung des Apollotempels kann nun ungestört im Frühjahr 1906 beginnen. Die milesischen Grabungen werden dadurch eine Unterbrechung nicht erleiden.

Bei den neuen Ergebnissen zu Milet ist zunächst des Theaters zu gedenken, wo es bei der Niederlegung der 5 m dicken, über die Bühne laufenden byzantinischen Festungsmauer Hrn. Knackfusz gelang,

die fast vollständig erhaltene Bühnenvorderwand der ersten römischen Bauperiode herauszuschälen. Sie besteht aus einer 54 cm dicken Marmorwand mit drei in den Unterraum des Spielplatzes führenden Durchgängen (Fig. 2). Vor ihr stand, in einem Abstand von nur 27 cm, eine dekorative Säulenstellung von dorischen Pfeilersäulchen mit Zahnschnittgebälk und Simaprofil darüber. Derjenige Teil, welcher zwischen den beiden äußeren Türen lag, trat um die Tiefe der Säulen-

Fig. 2.



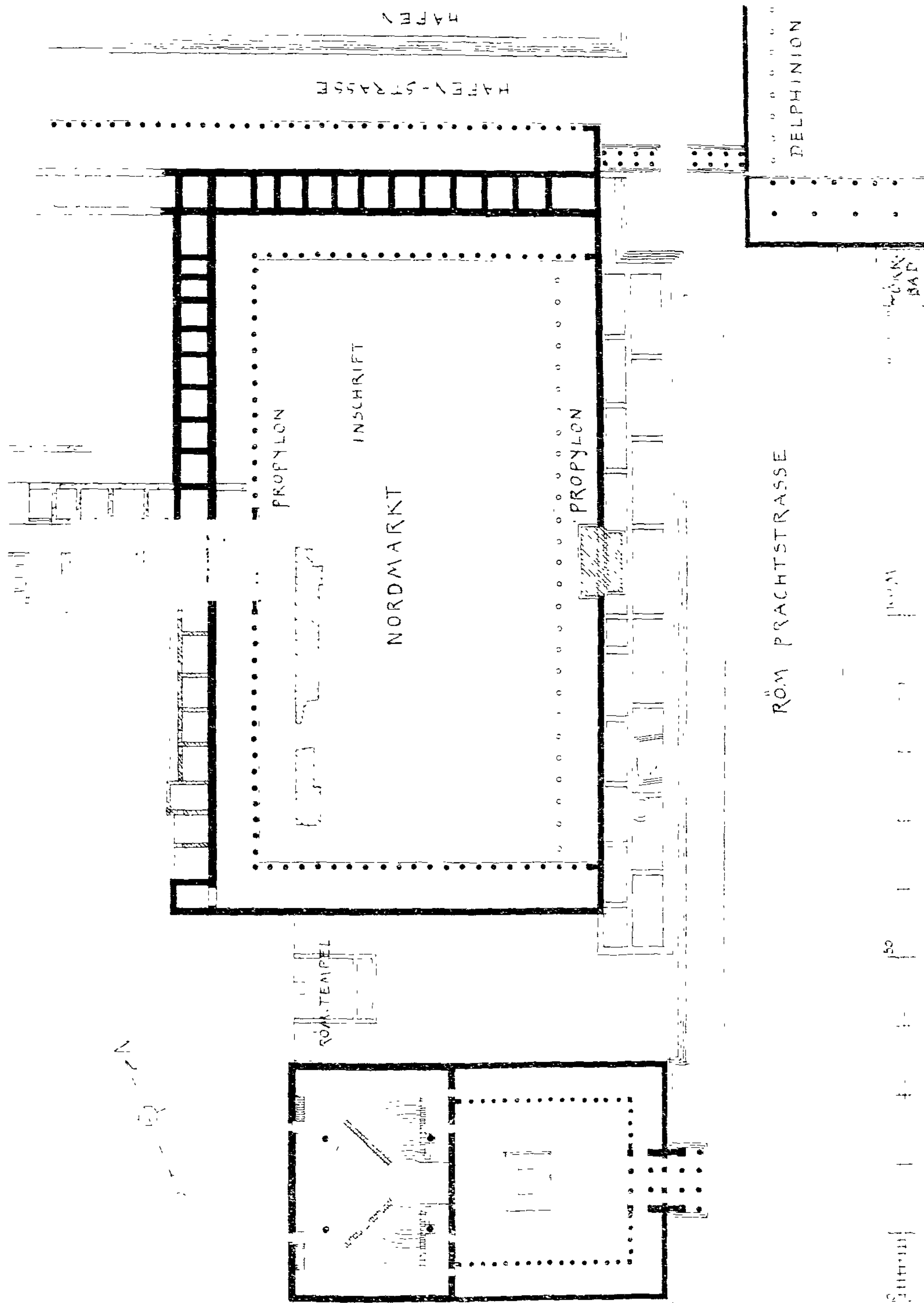
stellung in den Orchestraraum vor. Dadurch entstanden zu beiden Seiten Winkel, die man zur Anlage zweier achtstufiger, die Orchestra mit dem Zuschauerraum verbindender Marmortreppchen benutzt hat. Sehr merkwürdig sind die Säulen durch ihr Material: der untere glatte Teil ist aus rotem, der kannelierte obere Teil aus schwarzem Marmor, Kapitell und Gebälk sind von weißem Marmor. Hier haben wir also in echtem Material einmal ein Beispiel jener farbigen Architekturen, die uns bisher nur von Stuckarbeiten und Gemälden Pompejis bekannt waren. Die Säulen stehen auf weißen, in der Ebene des Orchestra-

bodens liegenden Marmorplatten. Die Buntheit wird erst verständlich, wenn man den in den herrlichsten farbigen Marmorsorten ausgelegten Fußboden der Orchestra mit in Betracht zieht. Gerade vor der Säulenstellung z. B. zieht sich ein breiter roter Marmorstreif her, und auch die konzentrischen Teilungen des Fußbodens sind aus rotem Marmor. Die Höhe des Spielplatzes mit 2.03 m übertrifft nicht unerheblich das von Vitruv V. 6. 2 vorgeschriebene Maß von höchstens 5 Fuß. Aber die Bühne liegt genau in derselben Höhe wie der Fuß der untersten Sitzreihe.

Den Gebäuden an der Löwenbucht galt auch diesmal der Hauptteil der Arbeit. Der ganze Nordmarkt wurde vom Schutte befreit. Eine starke Abräumung des Oberbaues war schon vor der Ausgrabung festgestellt worden: trotzdem mußte die Aufgabe durchgeführt werden, da sonst in dem so übersichtlich gewordenen Plan eines antiken Hafens eine bedauerliche Unklarheit geblieben wäre. Wir wurden denn auch durch ein vollständiges Bild der Anlage (Fig. 3) belohnt.

Der Nordmarkt hat zwei Epochen durchgemacht. In der älteren, hellenistischen bildete er einen rechteckigen Hof, deran drei Seiten von zweistöckigen Marmorhallen umgeben war. Davon hatte die Südhalle keine Kammern, die Nordhalle zwölf, die Westhalle zwanzig. Die vierte, östliche Seite schloß mit einer einfachen Quadermauer ohne Kammern ab; in der Mitte lag ein Propylaion. Ein dreifach größerer Torbau führte durch die Mitte der Westhalle. Dort bemerkt man, daß hellenistische Fundamente und Quadermauern unter dem Torbau herlaufen. Sie gehören älteren Gebäuden an, die durch die rechtwinklig von der heiligen Straße zum Markt abzweigende Gasse unter sich getrennt werden. Diese Gebäude sind noch nicht völlig ausgegraben. Man erkennt aber auf der Nordseite der Gasse einen sich nach Norden öffnenden Hallengrundriß, auf der Südseite außerdem eine Parallelgasse zur heiligen Straße mit auffällig kleinen Verkaufsläden. Da in einem von ihnen eine größere Anzahl geschnitzter Griffel aus Knochen zutage kamen, so liegt der Gedanke an jene kleinen Schreiberbuden nahe, wie sie noch heute im Orient allenthalben üblich sind. Die Schmuckformen der älteren Periode des Marktes gehören der jüngeren hellenistischen Zeit an: streng dorisch war der untere Stock ausgestaltet, der obere schloß mit einem weit ausladenden, schön gezeichneten Konsolgesims ab. Auf dem freien Platz fanden wir die Unterbauten mehrerer Denkmäler. Eines davon ist schräg zum Markt orientiert und zeigt auch nach dem Niveau, daß es einer weiter zurückliegenden Epoche angehört. Es besteht aus einem Gneisfundament und verklammertem Marmorsockel aus zwei Blöcken darüber, auf dem sich ein Zapfenloch für eine jetzt fehlende Stele befindet. Auf der Südseite

Fig. 3.


HAFEN
HAFEN-STRASSE
DELPHINION
PROPYLON
INSCHRIFT
NORDMARKT
PROPYLON
RÖM. PRACHTSTRASSE
RÖM. TEMPEL

des Sockels (Höhe 37 cm. Breite 81 cm) steht folgende, dem 5. Jahrhundert v. Chr. angehörige, die Blutschuld flüchtiger Bürger betreffende Inschrift (Rehm, dem die Abschrift verdankt wird, bemerkt, daß auf Z. 7 (ἘΓΚΡΑΤῈϹ), 9 (ΚΤΕ ΝΟϹΙΝ), 11 und 12 (beidemal ıı völlig deutlich) Verschreibungen vorgekommen sind).

. . . . Ϲ . . . . . ΤΟΝΝΥΜΦΑΡΉΤΟΚΑΙἈΛΚΙΜΟΝ?,
ΚΑῚΚΡΕϹΦΟΝΤΗΝΤῸΝϹΤΡΑΤΏΝΑΚΤΟϹΦΕΥΓΕΝΤῊΝἘΠΑΙ͂ΜΑΤ | Ι
ΦΥΓΗΝΚΑῚΑΥ̓ΤῸϹΚΑῚἘΚΓΌΝΟϹ.ΚΑῚὉϹᾹΝΤΙΝΑΤΟΎΤΩΓΚΑΤΑ-
ΚΤΕΙΝΗΙ.ἙΚΑΤῸΝϹΤΑΤῆΡΑϹΑΥ̓ΤΩ͂ΙΓΕΝΕϹΘΑΙἈΠῸΤΩ͂Ν
ΧΡΗΜΑΤΩΝΤΩ͂ΝΝΥΜΦΑΡΉΤΟ.ΤΟϹΔ᾽ἘΠΙΜΗΝΙΟϹ,ἘΠ᾽ὪΝᾹΝἘΛΘΩϹ | ΙΝ
ΟἹΚΑΤΑΚΤΕΊΝΑΝΤΕϹ.ἈΠΟΔΟ͂ΝΑΙΤΟἈΡΓΎΡΙΟΝ·ἘᾺΝΔῈΜΉ,ΑΥ̓ΤΟ | Ϲ
ὈΦΕΊΛΕΝ.ἘᾺΝΔῈἩΠΌΛΙϹἘΓΚΡΑΤῈϹΓΈΝΗΤΑΙ,ΚΑΤΑΚΤΕ̄ΝΑΙ
ΑΥ̓ΤῸϹΤΟϹἘΠΙΜΗΝΊΟϹἘΠ᾽ὮΝΑΝΛΑΦΘΈΩϹΙΝ·ἘᾺΝΔΕΜῊΚΑΤΑ-
ΚΤΕΊΝΟϹΙΝ,ὈΦΕΊΛΕΝἝΚΑϹΤΟΝΠΕΝΤΉΚΟΝΤΑϹΤΑΤῆΡΑϹ.
ΤΟΝΔ᾽ἘΠΙΜΗΝΙΟΝ,ἨΜΜῊΠΡΟΘΗ͂Ι,ἙΚΑΤῸΝϹΤΑΤῆΡΑϹὈΦΕΙΛΕΝ
ΚΑῚΤῊΝἙϹΙΟ͂ϹΑΝἘΠΙΜΗΝΊΗΝΑΙΙΠΟΙΕ͂ΝΚΑΤᾺΤΟΥΉΦΙϹΜΑ·
ἘᾺΝΔΕΜΉ,ΤΗΝΑΥ̓ΤΗΝΘΩΙΙΗΝΟΦΕΙΛΕΝ.

Die Inschrift ist ϹΤΟΙΧΗΔΌΝ, aber unter Vermeidung der Worttrennung außer bei Zusammensetzung mit Präpositionen geschrieben. Da sich hierdurch ungleiche Zeilenlängen ergeben, hat der Schreiber in einigen Fällen schließende Buchstaben auf die (rechte) Nebenseite gesetzt; im Druck bedeutet der senkrechte Strich die Kante. Die Schrift will Rehm wegen des weit geöffneten ⋏, des lediglich aus zwei Bogenlinien gebildeten Υ und des Ρ mit großem, manchmal länglich gestaltetem Bogen ins 5. Jahrhundert v. Chr. setzen, und zwar ziemlich hoch hinauf.

»Da man schwerlich auf Z. 1 Raum hat, ein Präskript, von dem die folgenden Infinitive abhängen könnten, zu ergänzen, wird nichts übrig bleiben, als anzunehmen, der Steinmetz habe auf der Stele selbst für das Ende des Psephisma nicht mehr Platz gefunden und deshalb die Inschrift auf dem Fuß weiterlaufen lassen.

Die zu Anfang genannten Personen, welche nach meiner Ergänzung eine Blutschuld auf sich geladen haben (Z. 2 steht auf dem Stein ΑΙ⁄ ·), sind uns alle unbekannt. In Z. 2 erwartet man ΤῸϹ statt ΤῸΝ ϹΤΡΑΤΏΝΑΚΤΟϹ; doch ist Ν durch die rechte Hasta gesichert (Verschreibung?). Das Folgende, die Aussetzung eines Preises, der aus dem Vermögen des einen Übeltäters (oder seines Vaters) bezahlt werden soll, auf den Kopf jedes der Verurteilten, ist verständlich, ebenso die Weisung bezüglich der Auszahlung und weiter die Anordnung für den Fall, daß die Missetäter lebend in die Gewalt der Behörde kommen, und die Strafandrohung für diese Behörde im Fall der Pflicht-

versäumnis (Z. 3 bis 9). Der Name dieser Polizeibehörde ist sonst meines Wissens für Milet nicht bezeugt.

Nicht klar sind die drei letzten Zeilen. Da erscheint ein ἐπιμήνιος statt des Kollegiums, und was seine, nach der hohen Strafe zu schließen, verantwortungsvolle Funktion ist, ist mir nicht recht verständlich; nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch hat man anzunehmen, daß es sich um Vorlage eines Beratungsgegenstandes in einer Versammlung handelt. Darüber mußte dann etwas in dem verlorenen Teil des Psephisma stehen, auf den ausdrücklich Bezug genommen wird. Zusammensetzung und Funktion der Behörde mag man sich nach der Analogie von CIG. 3137, 30 (Smyrna) und Ditt. Syll.² 325, 2 (Istropolis: vgl. dazu die Note Dittenbergers und seine Bemerkung zu 140, 6. Delphi) vorstellen.«[1]

In römischer Zeit ist der Nordmarkt bedeutend verändert worden. Münzen aus Domitians Zeit bewiesen durch ihre Fundumstände, daß die Umgestaltung schon vor diesem Herrscher stattfand, von dem auch eine (eradierte) Ehrenbasis gefunden wurde. Man legte die Hinterwand und alle Kammerwände der Südhälfte der Westhalle nieder und erbaute geräumige Zimmer, aus denen durch die neue Hinterwand zahlreiche kleine Türen in andere Gelasse führen. Alle diese Zimmer haben farbigen Wandstuck und Mosaikfußböden. Unverändert blieben Nord- und Südhalle, dagegen wurde die hellenistische Abschlußmauer nebst Propylaion im Osten abgerissen. Statt ihrer errichtete man eine große Halle aus Mörtelwerk, durch welche der freie Marktplatz um 6 m verschmälert wurde. Zwei Zimmerfluchten legte man hier hintereinander. Da sich in keiner der Kammern eine Tür erhalten hat, so erkennt man nicht sofort, wohin die Räume sich öffneten. Es kann aber kein Zweifel sein, daß die größeren Kammern sich nach Osten öffneten, weil sich hier, entlang der Rückwand der Halle, eine siebenstufige Treppe hinzieht, die sinnlos wäre, wenn sie nicht zu solchen Räumen geführt hätte.

In einer Länge von etwa 140 m begleitet dieser Stufenbau die Westseite der 30 m breiten Prachtstraße, die vom Hafen zum Platz

[1] [Vermutlich entsprechen diese ἐπιμήνιοι den in Priene mehrfach bezeugten ἐπιμήνιοι τῶν στρατηγῶν.

Die drei letzten Zeilen bedrohen den einzelnen Epimenios mit Strafe, wenn er seine Pflicht versäumt: er soll 100 Statere bezahlen καὶ τὴν ἐσιόσαν ἐπιμηνιήν ἀμποιῆν, d. h. zur Strafe den nächsten Monat nachdienen. Von Haus aus hatte jeder ἐπιμήνιος dem Namen nach nur einen Monat die Kosten und Lasten des Amtes zu tragen; diesem wird ein zweiter Monat auferlegt.

θωϊή dreisilbig ist die bei Archilochos Fragm. 109 überlieferte und bei Homer Β 192 Ν 669 von Nauck und Kaibel hergestellte Form, vgl. U. Bahntje, Quaestiones Archilocheae (diss. Gotting. 1900) 57. 71. Zu θωϊή vgl. ὁμοίιος. Hiller von Gaertringen.]

vor dem Rathaus führt. Sie ist mit großen Marmorplatten belegt. der Damm ist von der Mitte aus, wo ein gedeckter Kanal läuft, nach beiden Seiten stark abgeböscht. die Gangsteige sind 5.75 m breit. An der Ostseite ist vermutlich eine durchlaufende Halle anzunehmen, hinter welcher die Räume eines großen Bades oder eines Gymnasion. das mit Bädern verbunden war. liegen. Von dort stammen große marmorne Architravfragmente. deren einer den Inschriftrest -ΙΟϹ ϹΩΦΑΝΗϹ ΚΑ-, der andere -ΠΟϹ ΤῸ ΒΑΛΑΝΕΙ͂ΟΝ ἈΝΕΘΗΚΕΝ enthält

Wer durch das verschließbare. 21 m breite. von 16 Säulen getragene Hafentor beim Delphinion trat und nach Süden ging. sah schon auf Stadionlänge das Propylaion des Rathauses und das Südmarktportal, das ich im vorigen Bericht nur kurz erwähnen konnte, das wir aber durch H. Knackfusz' Studien jetzt genau kennen. Die Breite beträgt rund 29 m. Der durch drei Tore durchbrochenen Marktwand sind an der Nordseite vier zweistöckige Tabernakelbauten vorgelagert, deren äußere noch einmal besonders vorgelagerte Tabernakel zeigen. Diese Architektur ruht auf einem dreistufigen, niedrigen Orthostatensockel. Die Tabernakel des Unterstockes haben attische Säulenbasen und Kompositkapitelle. Besonders reich und gut ist das Friesrankenwerk gestaltet. Über dem Zahnschnittgeison und dem Anthemion lief eine niedrige, durchgehende Basis, die sich als flaches Schattendach auch über die Eingänge legte. Darauf erhoben sich die korinthischen Säulen der oberen Tabernakel mit akanthusgeschmückten Basen. Besonders merkwürdig und an syrische Bauten (z. B. die Grabfassade von Petra, Studniczka, Tropaeum Traiani S. 66, Fig. 33) erinnernd ist die Giebellösung. Während nämlich die äußeren Tabernakel Vollgiebel hatten, krönten Halbgiebel die inneren Tabernakel. indem sie die hohen Seiten einander zukehrten. Im Hintergrund jedoch zog sich der Giebel herum, um sich auf der Marktwand zu einem vollen Dreieck zusammenzuschließen. Jedem der bogenförmig abschließenden Durchgänge entsprach im Oberstock eine von korinthischen Säulen getragene Blendnische mit bogenförmigem Abschluß. Trotzdem der ganze Bau aus großen Quadern errichtet ist. erkennt man überall die Verwendung von Mörtel. An figürlichem Schmuck. der vielleicht zu den Blendnischen gehört. haben sich gefunden eine überlebensgroße Maske vom Typus des Zeus von Otricoli und der überlebensgroße Torso eines nackten. jugendlichen Gottes. Ein mit Früchten gefülltes Horn lehnt an dem Stamm. der der Figur als Stütze dient. Endlich fand sich dort der überlebensgroße Marmortorso eines römischen Kaisers, dessen Panzer mit zwei Sphinxen geschmückt ist und dem zu Füßen ein gefesselter Barbar hockt. Der jugendliche Gott stand auf der umgedreht wieder verwendeten Basis (Höhe 45 cm, Breite 130 cm) eines

Kolossalbildes des Cn. Pompeius, das an anderer Stelle gestanden haben muß und jedenfalls schon in demselben Jahr (35 v. Chr.) beseitigt worden ist, in welchem sein Sohn Sextus zu Milet durch M. Titius ermordet wurde (Appian de bell. civ. 144): Ὁ δῆμος Γναῖον Πομπήϊον Γναίου υἱὸν Μέγαν αὐτοκράτορα τὸ τρίτον τὸν πάτρωνα καὶ εὐεργέτην — der Dank der Handelsstadt für den Seeräuberkrieg.

Zuletzt brachte das Markttor uns noch einen äußerst wichtigen Aufschluß über das Alter jener späten Stadtmauer, welche wir bisher vorläufig als Gotenmauer bezeichnet hatten. Es hat nämlich vom Sommer des Jahres 538 n. Chr. ab als Festungstor gedient, auf dem folgende von REHM kopierte Inschrift stand.

Rückseite eines 3.10 m hohen Türgewändes aus einem Stück. Der Block war, als Türsturz verwendet, der Länge nach gelegt: die Schauseite zeigt oben eine 17 cm, unten eine 11 cm hohe ursprüngliche Stoßfläche: dazwischen ist ein Streifen von 43 cm Höhe vertieft. Die Oberfläche ist durchweg rauh gelassen. Die obere Stoßfläche trägt Z. 1—4 der Inschrift, der mittlere Streifen Z. 5—10:

☩ Ἅγιος θεός.
ἅγιος ἰσχυρός.
ἅγιος ἀθ[ά]νατος.
ἐλέησον ἡμᾶς.
☩ Ἐγέ[ν]ετο ἡ πόρτα βασιλ(ε)ίας τῶν εὐσεβ(εστάτων) β(ασιλέων) ἡμῶν δεσποτῶν
φλ(αουίου) φλ(αουίας) Ἰουστινιανοῦ καὶ Θεοδώρας τῶν φιλοχρίστων
ἔτους ιβʹ καὶ ὑπατίας φλ(αουίου) Ἰωάννου τοῦ ἐνδοξ(οτάτου) ὑπάρχ(ου) τῶν
ἱερῶν πρετορ(ίων) τὸ βʹ κ(αὶ) πατρικ(ίου) κ(αὶ) ἄρχοντος Νόννου τοῦ μεγαλοπρεπ(εστάτου) κόμ(ητος)
κ(αὶ) ὑπάτ[(ου)] τὸ γʹ, ἐπισκοποῦντος Ὑακίνθου τοῦ ἁγιωτ(άτου) ἡμῶν ἀρχιεπισκ(όπου) κ(αὶ) πατερεύοντος
Ἰωάννου τοῦ λαμπρ(οτάτου) κόμ(ητος). ἰνδικ(τιῶνος) αʹ. θ..υ χ(ριστὸ)ς ☩

Wir kennen den Bischof Hyakinthos aus Patriarchatsakten vom Jahre 536, in dem er bei der Synode zu Konstantinopel anwesend war. Untrennbar von der byzantinischen Toranlage ist nun der westlich angebaute, nach Süden vorspringende Turm: dieser aber liegt im Zuge der großen, späten Stadtmauer, welche den Südmarkt von der Stadt ausschloß und nahe der heiligen Straße bei den Thermen ein zweites Tor besaß. So müssen wir denn von jetzt ab das ganze Verteidigungswerk als justinianische Stadtmauer bezeichnen.

Auf der Rückseite der justinianischen Bauinschrift fanden sich zwei römische Orakelinschriften. In der ersten fragt der als gottesfürchtiger Mann schon aus früheren Inschriften (vgl. III. Bericht über die Ausgrabungen in Milet, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1904. III. S. 87) wohlbekannte Karpos, ob ihm Apollo die Verehrung des

Serapis gestatte. Die Frage kennzeichnet die dominierende Stellung des didymäischen Orakels nicht weniger als die würdevolle Antwort:

Καρπος ἐρωτα, εἰ, καθῶς προ-
ηρηται, προσφιλές ἐστιν
τῷ Σεραπι την εὐχὴν τελεῖν·
Ἀθανατοι χα ρουσι βροτῶν
εὐεργεσι τειμαῖς.

Die zweite Anfrage lautet:

Ἀπφείων ἐρωτᾶ ὁ καὶ Ἥρωνας Ἀλεξανδρεύς·
Ἐπεὶ παντοτε οἵ τε πάτριοι θεοὶ αὐτοῦ
παρ.στανται καὶ σὺ αὐτός, ἐν ᾧ ἄπαγι (so = ἄπαγει oder [Hiller] ἂν ἄγῃ)
ἔργῳ, διὰ τοῦτο δεῖται σου, δέσποτα,
εἰ ἐνδόξως πάντοτε ἀπαλλάξει ἔν
τε τοῖς ἀκρονύχοις καὶ τῇ ταυροδιδα-
ξία καὶ εἰ ἐνδόξως ὑπηρετήσει.
Ὁ Διδυμευς ἐθέσπισεν·
Φοῖβον καὶ θοὸν ὄμμα Σαράπιδος ἀρρήτοιο
Καὶ Νέμεσιν σταδ οισιν ἐπ σκοπον ἀ θλητάων?
Λισσόμενος βουλαῖσι τεαῖς ἐπαρηγόνας ἕξεις.

Die ἀκρόνυχα scheinen sich auf bestimmte, zu Anfang der Nacht übliche sakrale Begehungen zu beziehen. »Man denkt unwillkürlich an die modernen Vigilien« schreibt Hr. R. Wünsch, der mich auf das Theokritfragment bei Ath. VII, S. 284 A σφάζων ἀκρονυχος ταύτῃ θεῷ ἱερὸν ἰχθύν aufmerksam machte. Bei ταυροδιδαξ.α, das nicht belegt ist, »möchte man beinahe eine Breviloquenz für ταυρομαχοδιδαξία annehmen, so daß es die Vorbereitung für ein Stiergefecht wäre«. Hrn. Wünsch verdanke ich weiter den Hinweis auf Lyd. de mens., S. 6, 20 seiner Ausgabe, für Nemesis als Göttin von Wettkämpfen (vgl. dazu Philol. LIII, 1894, S. 400—415).

An demselben Platz vor dem Rathause, wenige Schritte östlich vom Markttor, entdeckten wir in dem Raum zwischen Südmarkt und Nymphäum ein anderes, reich geschmücktes Marmorpropylaion, das aus der späteren Römerzeit stammt, aber sehr gut ausgeführt ist. Der soeben erst freigelegte, aber in den Übersichtsplan (Fig. 1) schon eingezeichnete, etwa 10 m breite Bau erhob sich auf fünf Stufen, auf denen vier korinthische Säulen standen. Der Architrav ist über den seitlichen Interkolumnien gerade, geht aber über dem Mittelinterkolumnium in einen Bogen über in der Art der Grabdenkmäler, die Heberdey und Wilberg aus Termessos bekanntgemacht haben (Jahreshefte 1900, S. 198 ff.). Der mit Rankenwerk dekorierte Fries und die mit dem sogenannten Pfeifenornament geschmückte Hängeplatte machen diesen

Bogen mit. Das Ganze überdeckte ein Giebeldach. Pläne und eine genauere Beschreibung wird der nächste Bericht bringen. Da zu vermuten war, daß ein so außerordentlich ansehnlicher Eingang zu einem bedeutenden Bezirk führe, wurde die Grabung in östlicher Richtung fortgesetzt. Dabei ergab sich zunächst eine altchristliche Basilika mit zahlreichen Anbauten in einer Länge von mehr als 80 m und über 40 m Breite. Sie hat zwei Vorhöfe mit Säulenperistylen, die so angelegt sind, daß das römische Tor zwischen beiden stand. Ein kleiner Zentralbau, vermutlich die Taufkirche, schloß sich im Norden an. Hier, wo sich eine der römischen Bogenwasserleitung parallel laufende römische Quadermauer erhalten hat, fanden wir, in den Eckpfeilern verbaut, die Blöcke der Ante eines Marmorbaues mit folgender, den Verkauf des Priestertums des Asklepios betreffender Inschrift römischer Zeit:

Ἀγαθῆι τύχηι. Οἱ στρατηγοὶ τῆϲ πώλε-
εωϲ (so) Τι. Κλαύδιοϲ Διονυϲόδωροϲ, Λευκι-
οϲ Ἰούνιοϲ Ῥοῦφοϲ, Τι. Κλαυδιοϲ Ἀπολλώ-
νιοϲ, Θεόμνητοϲ Θεομνήτου, Εἰϲίων
Ἐπιγόνου, Εὐτυχοϲ Ἐπεράϲτου πω-
λοῦντεϲ ἱεροϲυνην Ἀϲκληπιοῦ πρὸ πολε-
ωϲ καὶ τῶν ἐντεμενίων αὐτοῦ θεῶν πάν-
των, χωρὶϲ εἴ τι προπέπραται ὑπὸ τοῦ δή-
μου, νόμον τίθενται τῇ πραϲι τονδε. ἐφ' ὧ
ὁ πριάμενοϲ ἱέρεω ἀπογράψει παραχρῆμα
πρὸϲ τοὺϲ ταμίαϲ καὶ βαϲιλεῖϲ, ὁ δὲ ἀπογρα-
φὶϲ ἱερήϲεται εἰϲ ἔτη πεντήκοντα, αὐτὸϲ
ἢ οἱ διάδοχοι αὐτοῦ, τελεϲθὶϲ Διὶ Τελεϲ-
ουργῶι, φορῶν ἐϲθῆτα, οἵαν ἂν αὐτὸϲ βού⌈λη-
⌈ται

Es fehlt wenigstens ein Block (14 Zeilen)

ὁ ὑ-⌉
δροφόροϲ καὶ ὁ παραφύλαξ ἕκαϲτοϲ αὐτῶν
οἶν ἄρϲενα. θυέτωϲα⟨ν⟩ δὲ καὶ οἱ παιδονόμοι
ὑπὲρ τῆϲ ὑγίαϲ τῶν παιδων ἐν τῆι αὐτῆι ἡ-
μέραι οἶν καὶ διδέτωϲαν τῶι ἱερεῖ ϲπλάγχνα,
νεφρόν, ϲκολιόν, ἱερὰν μοῖραν, γλῶϲαν, ϲκέλοϲ
δεξιὸν εἰϲ κοτυληδόνα τετμημένον καὶ
τὴν δορὰν καὶ τὰ λοιπὰ ἱερά. θυετωϲαν δὲ ὁ-
μοίωϲ καὶ οἱ ἀγονοθέται καὶ ὁ ϲτεφανηφόροϲ,
ὁμοιωϲ δὲ καὶ αἱ τὰ λοχῖα ἐκπορευομεναι
καὶ ζωννύμεναι. ἐὰν δέ τιϲ μὴ θυϲηι ἢ θύϲαϲ
μὴ δῶ τὰ ἱερά, ἀποτίϲει τῶ ἱερεῖ δρα-
χμὰϲ δεκαδύω.

Wenn das hier erwähnte Heiligtum des »Asklepios vor dem Tor« an dieser Stelle liegt, so muß es in so hohe Zeiten hinaufreichen, daß damals dieser Teil der Halbinsel noch außerhalb der Stadt lag. Vielleicht handelt es sich aber um ein anderes in römischer Zeit vor den Toren liegendes Asklepieion, das von einem städtischen Tempel abhing, der hier lag. Ein großer Marmortempel dorischen Stils aus hellenistischer Zeit ist jedenfalls in dem neugefundenen Bezirk vorhanden gewesen. Das beweisen nicht nur diese Antenblöcke, sondern auch die im Baptisterium und dem benachbarten Justiniansturm verbauten Säulentrommeln, Triglyphenfriesblöcke (Höhe 67.5 cm, Breite 41.5 cm, Metopenbreite 60.5 cm), Hängeplatten mit Mutuli und Simenfragmente mit großen Löwenköpfen. Tiefgrabungen werden im nächsten Jahr vielleicht mehr davon bringen.

Am Delphinion haben unter Kawerau's besonderer Aufsicht Aufräumungsarbeiten und Nachtragsgrabungen stattgefunden, bei welchen sich noch eine Reihe von Innensäulen der hellenistischen Hallen ergaben sowie eine größere Anzahl von Hallenwandblöcken mit Neubürgerlisten. Auf einigen erkannte Rehm die Tätigkeit der Ansiedelungskommission für die Flüchtlinge, die um das Jahr 180 v. Chr. von Kreta gekommen waren. Als erster der Ansiedlungskommissare wird der uns von der wichtigen Ehrenbasis im Rathaus her bekannte Staatsmann Lichas, Sohn des Hermophantos, genannt (vgl. diese Sitzungsberichte 1901, XXXVIII, S. 905). Ferner ergab sich, daß die frühere Annahme, auf dem kreisrunden Fundament in der Mitte des Delphinion habe ein großer Dreifußbau gestanden, irrtümlich ist. Dieses Fundament ist nämlich nicht, wie es dann gefordert werden müßte, gleichmäßig durchgeschichtet, sondern es ist nur ein Ringfundament, so daß angenommen werden muß, daß ein regelrechter, innen zugänglicher Rundbau, den wir in seinem Oberbau nicht kennen, auf dem Ring gestanden hat. Die Annahme, daß es sich um einen vollen Kernbau handele, war dadurch mit veranlaßt worden, daß der Ring über dem Fundament einer älteren Exedra errichtet ist, die jedoch nur halbkreisförmig war.

Besondere Erwähnung verdient eine beim Delphinion gefundene griechisch-nabatäische Bilingue. In nabatäischer Schrift sind die beiden ersten Zeilen geschrieben, die nach einer Hrn. Generalkonsul Dr. Mordtmann in Smyrna verdankten hebräischen Transkription folgendermaßen lauten:

? קלי אחמלכא ברתימ///
? מדרתא על חיו עבדתמלכא בירח ט [בת

. . *Klû, Bruder des Königs, Sohn des Taim*[*u*
. . . . . *für das Heil des Königs Obodat, im Monat T*[*ebet*] . . . . . .

»Der König Obodat, bei Steph. Byz. s. v. ῎Οβοδα ᾽Οβόδης, der erste dieses Namens, wird Anfang des 1. Jahrhunderts v. Chr. angesetzt, womit die griechische Inschrift hinsichtlich ihres epigraphischen Charakters stimmt (B. E. K).«

Der griechische Text lautet:

-ΑΙΟϹ ἀδελφὸϲ βαϲιλέωϲ --
ἀνέθηκεν Διὶ Δου--

Hierzu bemerkt Hr. Dr. Mordtmann:

»ΑΙΟΣ zu Anfang enthält den Rest eines nabatäischen Eigennamens, vielleicht z. B.

ΖΑΒΒΑΙΟΣ = זבי

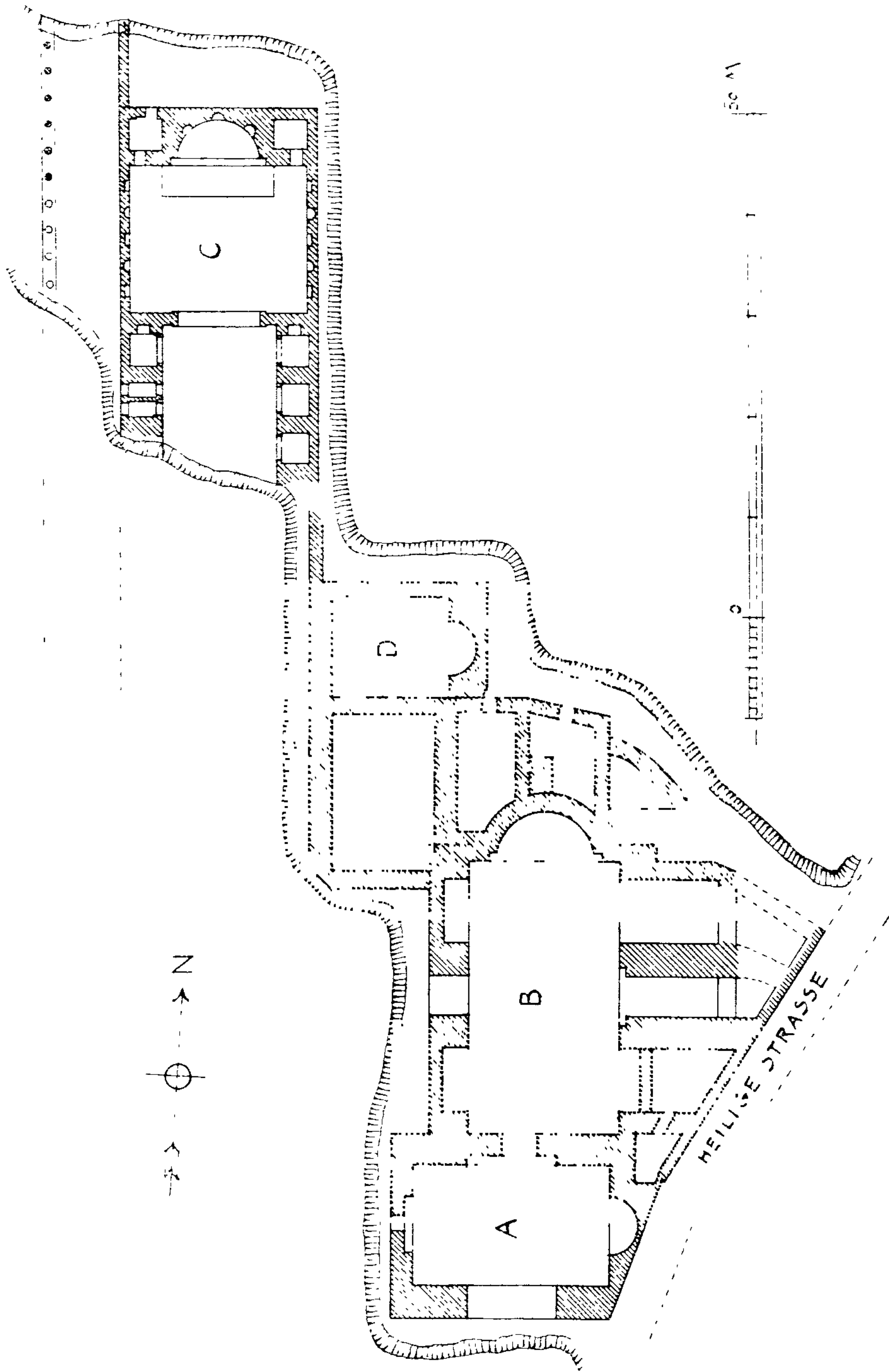
Das Ende der zweiten Zeile ist wohl zu ergänzen

ΔΙΙΔΟΥ[ΣΑΡΕΙ

denn *Dusares* ist der Nationalgott der Nabatäer. Die Stellen über Dusares aus den alten Schriftstellern, Münzen (z. B. Bostra, Germa, Adraa) und Inschriften habe ich in der Zeitschr. der Deutschen Morg. Gesellschaft Bd. 29, S. 99—106 zusammengestellt. Neues ist nicht dazugekommen. Wir kennen Inschriften nabatäischer Kaufleute in Puteoli aus der gleichen Epoche.«

Zum Schluß ist der Grabungen in den großen Thermen zu gedenken, die sich als ein sehr unregelmäßiges Grundrißgebilde (Fig. 4) in den Zwickel schieben, den die heilige Straße mit dem östlichen Uferstaden des Theaterhafens bildete. Am südlichen, abgestumpften Ende des Winkels lag der Eingang in den Saal *A*, dessen Hypokaustenanlagen vortrefflich erhalten sind. Er bildet nur den Vorsaal zu *B*, dem größten Raum der Anlage, welcher noch nicht völlig ausgegraben ist. Die Umfassungsmauern dieses Raumes stehen in einer Höhe von über 15 m aufrecht, die seitlichen Gemächer harren noch der Ausleerung. In *D* erkennt man ein Badebassin. Die Hauptfassade der Anlage lag am Theaterhafen und wurde durch eine wohl über 100 m lange, einstöckige Säulenhalle gebildet, deren korinthische Marmorsäulen auf altarförmigen Basen stehen. Nicht alle Säle der hinter dieser Halle liegenden Flucht dienten Badezwecken: der im Frühjahr 1905 freigelegte nördlichste Apsidensaal *C* war ein Vorlesungsraum, ein Museion. Ein Pulpitum für die Vortragenden, das man später in die Apsis einbaute, hat von beiden Seiten kleine Aufgangstreppchen: diese beginnen in zwei kleinen Seitenzimmern, die von dem Hauptsaal durch eine Tür zugänglich sind. Die Langwände des Saales enthielten jederseits fünf Bildnischen, drei befinden sich in der Apsis. Zahlreiche Reste dieses Schmuckes haben sich in Gestalt lebensgroßer Marmor-

Fig. 1.



statuen wiedergefunden: der Panzertorso eines römischen Kaisers mit Medusa- und Greifendekoration, ein spätrömischer, nicht hierzu passender bärtiger Porträtkopf: der Torso einer weiblichen, sogenannten Gürtelfigur (vgl. E. Herkenrath, Athen. Mitt. 1905, S. 245 ff.), die vermutlich eine Porträtstatue war, endlich ein männlicher Torso in einfachem Chiton, zu dem der erwähnte Porträtkopf ebenfalls nicht paßt. Ein Aphroditetorso vom Typus der theräischen Statuette (s. Reinach, Répertoire II S. 334, Nr. 7) lag am südlichen Vorsaal *A*, sei aber gleich hier miterwähnt. Von größerer Wichtigkeit ist die im Saal *C* erfolgte Auffindung einer Apollostatue und von sechs Musen. Apollo ist leierspielend, in praxitelischer Weise sich an einen schlanken Altar lehnend, dargestellt. Bis auf die Hände und die Nasenspitze ist die Statue wohl erhalten. Der rechte Arm ruht über dem Kopf, welcher eine entschiedene Verwandtschaft mit dem des Praxitelischen Satyr hat: die Haltung ähnelt am meisten der des Apollo von Kyrene (Reinach, a. a. O. S. 96, Nr. 5). Unter den Musen erkennt man die meisten Typen wieder, welche das Relief des Archelaos von Priene (Watzinger, 63. Berliner Winckelmanns Programm, Taf. I) und die Musenbasis von Knidos (ebenda Taf. II) aufweisen. Diesen beiden gemeinsam ist die hier abgebildete Figur der Terpsichore (Fig. 5). Gefunden ist ferner die sitzende, deklamierende Muse des Archelaosreliefs (Watzinger, Taf. I, links oben),

Fig. 5.



dann Urania und die stehende Muse mit der Schriftrolle in der erhobenen Rechten (Watzinger S. 6, Nr. 3). Eine stehende Figur, deren Kopf zwar erhalten ist, deren Unterarme jedoch fehlen, findet ihre Erklärung auf der knidischen Basis durch die Muse mit der Flöte in der Linken bei Watzinger, S. 7, Nr. 5 ff. Keinem Typus der beiden Reliefs entspricht die milesische Melpomene: sie hält die tragische Maske in der herabhängenden Linken, der rechte Arm ist emporgehoben. Seitdem durch W. Amelungs Beobachtung feststeht, daß uns die beiden Reliefs Musentypen des rhodischen Künstlers Philiskos überliefern, gewinnen die milesischen Statuen eine erhöhte Bedeutung. Als Rundskulpturen ermöglichen sie z. B. sofort die Feststellung, daß bei der Übertragung der Typen auf die Fläche der genannten Reliefs die Bewegungsmotive mehrfach erheblich verändert worden sind. Den Wert der Kopien wird es kaum vermindern, daß sie erst in der Mitte des 2. Jahrhunderts n. Chr. entstanden sein dürften. Denn damals erst sind die Thermen, als Stiftung einer der beiden Kaiserinnen Faustina, erbaut worden. Wir wissen das aus zwei Gedichten, deren erstes auf dem rechten Eingangspfeiler des großen korinthischen Bogentores stand, das in den Musensaal führte. Die Abschrift stammt von Freiherrn Hiller von Gaertringen, einige Ergänzungen hat Rehm beigesteuert:

[ΕΥΤΥΧΩϹ]

— ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡

Μακά[ρ]ιοϲ, [δή]ιων δ̣ῆριν ἀλεξάμενοϲ
ἀνδροφόνων· τὸ δὲ κῦδο[ϲ] ἐ[ν] [ἀνθρώποιϲι μέγιϲτον·]
ἀντ' ἀϲιαρχίηϲ λουτρὸν ἔτε[υ]ξε νέον.

Εὐτυχῶϲ.

Ουτοϲ ὁ Μακαρίοιο πελώριοϲ ἐνθάδε κόϲμο[ϲ],
ον κάμεν ἡ̣ πάτρῃ θρέπτρα χαριζόμενοϲ.
αντ' αϲιαρχίηϲ υπατον κ̣λέοϲ ἄϲτει τεύξαϲ
Ευχαρίηϲ ἀλόχου ταῖϲ ἀγανοφροϲύναιϲ.

Εὐτυχῶϲ.

Μακάριοϲ τὸ λοετρὸν ἐϲ ἀρχαῖον θέτο κάλλοϲ
Φαυϲτείνηϲ καμάτων δ[ε]ύτεροϲ ἀθλοθέτηϲ·
Τατιανοϲ δὲ πονοιο δικαϲπόλοϲ ευρατο τέρμα
ταϲ νυμφαϲ καλέων τ[ὰ]ϲ πυρὶ μιϲγομέναϲ·
ἄϲτεϊ δ' ωπαϲε κόϲμον. ἐλαφρίζουϲι δὲ μόχθων
πανтεϲ, λυϲιπόνοιϲ χεύ[μ]αϲι τ[ερ]πομένοι[ϲ].
Φαυϲτίνηϲ το παλαιον ἐπ̣[ώνυμον] ἡ̣ϲθα λοετρού,
αλλά ϲε Μακαρίου νυν κα[λ]έϲει πατρ[ὶ]α,
ουνεκ' αφειδήϲαϲ κτεάν[ων] μεγαλαυχε̣[ῖ] θ[υ]μῷ
γῆραϲ ἀποξύϲαϲ αὖθι[ϲ] ἔ[θ]ηκε νέον.

Der Schriftcharakter weist in das späte 3. Jahrhundert n. Chr. Die Mittel zur Renovation sind von Eucharia, der Gattin des Makarios, gegeben; aber ihm soll der Ruhm zufallen, denn Z. 19. 20 wird das Bad apostrophiert: früher hießest du das Bad der Faustina, jetzt aber wirst du nach Makarios benannt. Daß die jüngere Faustina gemeint ist, darf aus der kurzen Lebenszeit der Gemahlin des Antoninus Pius vermutet werden, ausgeschlossen ist aber auch diese nicht: wohl aber erscheint mir ausgeschlossen, daß die Musenfiguren erst zur Zeit des Makarios hinzugefügt worden sind, denn dafür würde man eine schlechtere Arbeit erwarten. — Die zweite Inschrift ist vor der Südseite der Thermen gefunden worden: sie steht auf einer Marmorsäule, die schon vor Beginn der Ausgrabung bekannt war (Athen. Mitt. 1880 S. 336, dort unvollständig):

ἈΓΑΘΗ̣͂ ΤΎΧΗ̣.
ἩϹΥΧΊΟΥ ΤΌΔ᾽ ἈΓΑΛΜΑ, ΤῸ Δ᾽ ΑἼΤΙΟΝ ΟΥ̓ ΜΊΑ ΜΟΎΝΗ
ΠΡΗ͂ΞΙϹ, ὍΛΗ Δ᾽ ἘϹΤῚΝ ΠΑΤΡΊΔΟϹ ἈΓΛΑΊΗ·
Κ̣ΊΩΝ ὙΨΙΤΕΝῊϹ ὈΧΈΩΝ ΒΑϹΙΛΗΪ́ΔΑ ΜΟΡΦῊΝ
Φ̣ΑΥϹΤΊΝΗϹ, ΛΟΕΤΡΌΝ, ΝΗῸϹ ἈΠΕΙΡΈϹΙΟϹ,
ΚΑῚ ΛΟΕΤΡΟΥ͂ ΠΟΛῪϹ ὌΛΒΟϹ, ὋΝ ἈΡΤΙΠΑΓΟΥ͂Ϲ ἈΠῸ ΓΑ·ΗϹ
ὬΠΑϹΕΝ, ἩΔ᾽ ὉΛΚΟῚ ΚΑΛΛΙΡΌ[ΩΝ] ὙΔΆΤΩ[Ν].
ЄΥ̓ΤΥΧΩ͂Ϲ.

Da Hesychios der Faustina ein Denkmal errichtete, so ist er früher als Makarios anzusetzen, dessen Verherrlichung den Tod der Kaiserin voraussetzt. Die Inschrift zeigt aber auch, daß die kaiserliche Spende für den Riesenbau bei weitem nicht ausgereicht haben kann.

Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesammtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper.

Von H. Landolt.

Zweite Mittheilung.

(Vorgetragen am 26. März und 11. December 1902, 3. December 1903, 24. November 1904 und 21. December 1905.)

Im Jahre 1893 hatte ich in diesen Berichten[1] eine experimentelle Arbeit über die Frage veröffentlicht, ob bei chemischen Umsetzungen das Gesammtgewicht der betheiligten Körper ganz unverändert bleibt, oder ob kleine Abweichungen erkennbar sind. Die Möglichkeit solcher konnte entweder in dem Umstande vermuthet werden, dass die Schwerkraft auf verschiedene Körper nicht mit völlig gleicher Intensität wirkt, oder dass die Gesammtmasse eine Vermehrung bez. Verminderung erfahren hat. Das letztere war damals denkbar zufolge einer von Lothar Meyer aufgestellten Hypothese, nach welcher in die Zusammensetzung der chemischen Atome neben den Theilchen der Urmaterie auch der vielleicht nicht ganz gewichtlose Äther eingeht, dessen Menge sich bei der Reaction möglicherweise ändert und der durch die Gefässwandung hindurchtreten kann.

Die Versuche erstreckten sich auf Reactionen, welche in wässeriger Lösung vor sich gehen. Die betreffenden Substanzen wurden getrennt in die beiden Schenkel ∩-förmiger Glasgefässe gebracht, deren Einfüllöffnungen man nachher zuschmolz, und zwar stellte man stets zwei solcher Apparate (*A* und *B*) von nahezu gleichem Gewicht und übereinstimmendem äussern Volum her, welche auf die beiden Schalen der Wage zu stehen kamen. Es wurde nunmehr die Gewichtsdifferenz derselben bestimmt: 1. im anfänglichen Zustande, 2. nach Vornahme der Reaction in Apparat *A*, und 3. in *B*, wodurch doppelte Ausführung jedes Versuchs stattfand.

[1] Sitzungsber. 1893, S. 301—334.

Die Untersuchung betraf folgende Umsetzungen, bei welchen der zweitgenannte Körper immer im Überschuss vorhanden war:

1. $Ag_2SO_4 + 2FeSO_4 = 2Ag + Fe_2(SO_4)_3$
2. $HJO_3 + 5HJ = 6J + 3H_2O$
3. $2J + 2Na_2SO_3 = 2NaJ + Na_2S_4O_6$
4. $C_2Cl_3H_3O_2 + KOH = CHCl_3 + CHKO_2 + H_2O$
5. $C_2Cl_3H_3O_2$ + Wasser (Lösungsvorgang)

In der nachstehenden Tabelle enthält: Col. II Angaben über die an der Reaction betheiligten Mengen Substanz, Col. V die beobachtete Gewichtsänderung in Milligramm, Col. VI den anhaftenden mittlern Wägungsfehler.[1]

I	II		III	IV	V	VI
Reaction	Reactionsmasse		Nr.	Gefäss	Beobachtete Gewichts-änderung	Wägungs-fehler
I. Silbersulfat und Ferrosulfat	Abgeschiedenes Silber	30 *g*	1	*A*	−0.167 *mg*	±0.021 *mg*
			2	*B*	−0.131	0.030
		60 »	3	*B*	−0.130	0.017
II. Jodsäure und Jodwasserstoff	Abgeschiedenes Jod	64.9 *g*	4	*A*	−0.047	±0 022
			5	*B*	−0.114	0.013
		80.0 »	6	*A*	−0.103	0.022
			7	*B*	−0.102	0.016
		160.0 »	8	*A*	−0.177	0.012
			9	*B*	−0 011	0.013
III. Jod und Natriumsulfit	Verschwundenes Jod	90 *g*	10	*A*	+0.105	±0.008
			11	*B*	−0.031	0.017
		110 »	12	*A*	+0.002	0.020
			13	*B*	−0.127	0.017
IV. Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	Angewandtes Chloralhydrat	150 *g*	14	*A*	+0.012	±0.024
			15	*B*	+0.007	—
V. Chloralhydrat und Wasser	Chloralhydrat	312 *g*	16	*A*	−0.003	±0.013
	Wasser	104 »				

Wie aus der Tabelle ersichtlich, waren bei den zwei erstgenannten Reactionen stets Gewichtsveränderungen eingetreten, und zwar von Beträgen, welche die Wägungsfehler meist weit überschritten. Da es sich jedoch gezeigt hatte, dass erstens von den sechs Versuchen mit Jodsäure und Jodwasserstoff zwei (Nr. 4 und 9) fast gar keine Abweichungen ergaben, zweitens bei der Umsetzung zwischen Jod und

[1] In der früheren Abhandlung war nicht der mittlere, sondern der wahrscheinliche Fehler angegeben, welcher $\frac{2}{3}$ des erstern beträgt.

Natriumsulfit (Nr. 10—13) sowohl positive wie negative Zahlen auftraten, und endlich keine bestimmte Proportionalität zwischen Reactionsmasse und Gewichtsänderung erkennbar war, so konnte immer noch die Vermuthung aufkommen, dass vielleicht Versuchsfehler äusserer Art das Eintreten der völligen Gewichtsconstanz verhindert haben. Ich erklärte daher die Abweichungen für nicht bestimmt erwiesen, fügte aber am Schlusse der Abhandlung hinzu, dass es wohl Interesse bieten würde, die wiederholt aufgetretenen Gewichtsabnahmen, welche sich bei der Reduction von Silber und Jod gezeigt haben, durch eine Reihe weiterer Versuche auf ihr wirkliches Bestehen zu prüfen, weil immerhin keine vollständige Sicherheit darüber herrsche, dass dieselben sämmtlich auf Beobachtungsfehlern beruhen.

Bezüglich der obigen Versuchsergebnisse wies R. v. Lieben[1] darauf hin, dass sie möglicherweise in Beziehung stehen können zu der bei den Reactionen auftretenden Änderung der Dissociationsverhältnisse, bez. dem Auftreten oder Verschwinden von Elektronen. Nachdem bereits auf anderen Wegen (Kathodenstrahlen) nachgewiesen worden ist, dass ihnen eine bestimmte Masse zukommt, musste bei der in der Tabelle erwähnten Umsetzung II sowie auch I, wo ein Zurückdrängen der Gesammtdissociation stattfindet, Gewichtsabnahme stattfinden, dagegen Zunahme bei III, wie es auch bei Versuch Nr. 10 beobachtet wurde. Die Vorgänge IV und V lassen wegen der äusserst geringen Dissociation keine Gewichtsänderung erwarten, was mit den Beobachtungen übereinstimmt. Zu dieser Hypothese kann jetzt schon bemerkt werden, dass die nachfolgend angeführten Versuche von Heydweiller sowie von mir, welche beim Lösen von Salzen statt der vorauszusetzenden Gewichtszunahme eine Abnahme ergaben, nicht mit ihr im Einklang stehen.

Versuche anderer Beobachter. Wie schon in der ersten Abhandlung bemerkt, hatte bereits im Jahre 1891 Kreichgauer in Berlin versucht, ob bei der chemischen Vereinigung von Quecksilber mit Brom oder Jod im geschlossenen Gefäss das Gesammtgewicht sich ändert, und dabei nur minimale Differenzen erhalten. Nach dem Erscheinen meiner Arbeit wurde sodann der Gegenstand von einer Anzahl weiterer Beobachter verfolgt, und zwar liegen bis jetzt nachstehende Untersuchungen vor:

a) F. Sanford und L. E. Ray[2] prüften 1897 die Reaction zwischen ammoniakalischer Lösung von Silbernitrat und Traubenzucker unter Beibehaltung der von mir angewandten Methoden, jedoch mit geringerer

---

[1] Physikalische Zeitschrift von Riecke und Simon, Jahrg. I, S. 237 (1900).
[2] Physical Review vol. V, p. 247 (1897).

Genauigkeit der Wägungen. Bei der Reduction von etwa 60 *g* Silber ergaben 5 Versuche die Zahlen:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Beobachtete Gewichtsänderung	−0.05	−0.05	−0.03	+0.04	+0.08 *mg*
Wahrscheinlicher Fehler der Wägung...	±0.07	±0.05	±0.07	±0.04	±0.04 *mg*

Es traten somit positive und negative Abweichungen auf, und zwar von derselben Grössenordnung wie die Wägungsfehler.

b) Im Jahre 1901 veröffentlichte A. Heydweiller eine ausführliche Arbeit[1] über Gewichtsänderungen bei chemischen und physikalischen Umsetzungen. Die Versuche sind ebenfalls unter Anwendung zweier ∩-Röhren und mit Beachtung aller Vorsichtsmaassregeln ausgeführt worden. Eine Abweichung von meinem Verfahren bestand nur darin, dass die Gefässe nicht durch Zusatzkörper gleichvolumig gemacht, sondern ihre Volumdifferenz ermittelt und der ungleiche Auftrieb beim Wägen mittels Bestimmung der jeweiligen Luftdichte corrigirt wurde. Das Gewicht eines fertiggestellten Apparates belief sich auf etwa 300 *g*, und dasjenige der eingefüllten Substanzen + Wasser auf etwa 200 *g*. — Der wahrscheinliche Fehler des Mittelwerthes der Wägungen beträgt nach Heydweiller ±0.01 *mg*, und er nimmt an, dass Gewichtsänderungen, welche den Betrag von 0.04 *mg* überschreiten, nicht mehr auf Versuchsfehler zurückzuführen sind.

Es wurden die in der folgenden Tabelle angegebenen Versuche ausgeführt.

Versuch Nr.	Beschickung der beiden Schenkel der Gefässe	Beobachtete Gewichtsänderung
	I. Eisen und Kupfersulfat.	
	a) Lösung neutral.	
1	(13.96 *g* Fe) (63.8 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 100 *g* Wasser)	−0.026 *mg*
2	(13.96 *g* Fe) (63.1 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 100 *g* Wasser)	+0.019
	b) Lösung alkalisch.	
3	(15 *g* Fe) (79.9 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 130 *g* Wasser mit Spur NaOH)......	−0.217
4	(15 *g* Fe) (69.6 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 115 *g* Wasser mit 0.13 *g* NaOH)	−0.161
5	(18.3 *g* Fe) (98.0 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 103 *g* Wasser mit 0.23 *g* NaOH)...	−0.176
	c) Lösung sauer.	
6	(15 *g* Fe) (69.6 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 114.2 *g* Wasser mit 0.36 *g* H_2SO_4) ..	−0.097
7	(18.3 *g* Fe) (103.2 *g* $CuSO_4 . 5 aq$ + 92 *g* Wasser mit 0.06 *g* H_2SO_4) ..	−0.158

[1] Drude's Ann. d. Physik 5. S. 394 (1901). Vorläufige Mitth. in der Physikal. Zeitschrift 1. S. 527 (1900).

Versuch Nr.	Beschickung der beiden Schenkel der Gefässe	Beobachtete Gewichtsänderung
	II. Lösen von Kupfervitriol in Wasser.	
8	(62 *g* aus alkalischer Lösung krystallisirtes Salz) (151 *g* Wasser)	−0.029
9	(62 *g* gewöhnliches Kupfervitriol) (147 *g* Wasser)	−0.126
10	(50 *g* gewöhnliches Salz) (150 *g* Wasser enthaltend 7.3 *g* H_2SO_4)	−0.081
11	(50 *g* gewöhnliches Salz) (150 *g* Wasser enthaltend 3.7 *g* H_2SO_4)	−0.072
	III. Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure.	
12	(38 *g* $CuSO_4$. 5 aq + 110 *g* Wasser) (2.37 *g* H_2SO_4 + 10 *g* Wasser)	+0.014
	IV. Mischen von Kupfersulfatlösung mit Kalilauge.	
	(38 *g* $CuSO_4$. 5 aq + 110 *g* Wasser) (2.25 *g* KOH + 10 *g* Wasser)	
13	nach halbem Zusatz der Kalilauge............	−0.037
14	nach ganzem Zusatz der Kalilauge	−0.092
	(33 *g* $CuSO_4$. 5 aq + 92 *g* Wasser) (10.04 *g* KOH + 40 *g* Wasser)	
15	nach vollständiger Vermischung in Gefäss *A*	−0.068
16	nach halber Vermischung in Gefäss *B*	−0.059
17	nach ganzer Vermischung in Gefäss *B*	−0.080
18	(34.4 *g* $CuSO_4$. 5 aq + 99.5 *g* Wasser) (13.4 *g* KOH + 15 *g* Wasser) ...	−0.045
	V. Essigsäure und Ammoniak.	
19	(49.7 *g* $C_2H_4O_2$ + 87.5 *g* Wasser) (15.3 *g* NH_3 + 123.7 *g* Wasser)	−0.034
20	(50.4 *g* $C_2H_4O_2$ + 88.5 *g* Wasser) (15.6 *g* NH_3 + 125.9 *g* Wasser)	−0.026
	VI. Baryumchlorid und Schwefelsäure.	
21	(20.0 $BaCl_2$ + 100 *g* Wasser) (9.7 *g* H_2SO_4 + 40.3 *g* Wasser)	−0.016

Was in der Tabelle zunächst in die Augen fällt, ist das ganz überwiegende Auftreten des — Zeichens, und es sind daher die Resultate ähnlich wie die von mir erhaltenen, welche ebenfalls grösstentheils Gewichtsabnahmen ergeben hatten. In Bezug auf die einzelnen Vorgänge zeigt sich Folgendes:

I. Die Umsetzung zwischen Fe und $CuSO_4$ verlief ohne nachweisbare Gewichtsänderung, wenn der angewandte Kupfervitriol säurefrei war (Vers. 1, 2), dagegen trat eine weit über die Versuchsfehler (0.04 *mg*) hinausgehende Abnahme ein, wenn die Lösung nur eine sehr kleine Menge Alkali (Vers. 3, 4, 5) oder Schwefelsäure (Vers. 6, 7) enthielt. Die Wirkung dieser Substanzen ist räthselhaft.

II. Beim Lösen von säurefreiem Kupfervitriol in Wasser zeigt sich abermals kaum eine Verminderung (Vers. 8), wohl aber eine starke bei Anwendung von gewöhnlichem Salz (Vers. 9) oder nach Zusatz von Schwefelsäure (Vers. 10, 11).

III. Beim Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure fand keine Gewichtsänderung statt (Vers. 12).

IV. Die Zersetzung von Kupfersulfat durch Kalilauge (Vers. 13 bis 18) war immer von einer Gewichtsabnahme begleitet, welche bei theilweiser Vermischung der Flüssigkeiten kleiner ist als bei vollständiger (Vers. 13, 14 und 16, 17).

V. Die kleine Gewichtsänderung, welche beim Neutralisiren von Essigsäure mit Ammoniak auftrat (Vers. 19, 20), bleibt innerhalb der Versuchsfehler (0.04 *mg*).

VI. Bei der Zersetzung von $BaCl_2$ durch H_2SO_4 ist dasselbe der Fall.

Wie HEYDWEILLER hervorhebt, lässt sich gar kein Zusammenhang der Gewichtsänderungen mit andern bei der Reaction auftretenden physikalischen und chemischen Vorgängen auffinden, sie zeigen sich sowohl bei Vermehrung (Gruppe II) wie Verminderung (IV, VI) der elektrolytischen Dissociation, Dichte (II, VI), und magnetischen Permeabilität (I).

Zu den Versuchen HEYDWEILLER's machte Lord RAYLEIGH[1] die Bemerkung, dass in den Gefässen vor der Umwandlung nicht immer ein Gleichgewichtszustand vorhanden gewesen sei, so z. B. bei Gruppe II, wo in dem einen Schenkel fester Kupfervitriol, im andern Wasser sich befand. Es konnten hierbei durch fortwährendes Überdestilliren des Wassers Temperaturänderungen eintreten, welche die Gewichtsbestimmung möglicherweise beeinflussen. In einer Entgegnung HEYDWEILLER's[2] weist derselbe darauf hin, dass, wenn hierin die Ursache des bei den Versuchen 9 bis 11 beobachteten Gewichtsabnahmen läge, die Wirkung sich dann auch bei Vers. 8 hätte zeigen müssen, wo aber keine wesentliche Änderung auftrat.

c) J. JOLY[3] in Dublin hat 1903 auf ganz andere Weise versucht, ob beim Lösungsvorgang von Kupfervitriol in Wasser eine Änderung der Masse zu beobachten ist. Kurz angedeutet, bestand das Verfahren darin, dass an einem Ende einer Drehwaage ein die beiden Substanzen anfangs getrennt enthaltendes Glasgefäss aufgehängt und, wenn Mittags oder Mitternachts die Arme senkrecht zur Richtung der Erdbewegung standen, die Lösung vollzogen wurde. Es musste Beschleunigung eintreten, wenn Masse verschwand, und umgekehrt. Von 14 Beobachtungen sprachen 8 entschieden und 3 weniger deutlich für Massenabnahme, 2 waren dagegen und die letzte zweifelhaft.

d) In das Jahr 1903 fallen noch einige von G. KAHLBAUM[4] ausgeführte Versuche, betreffend die Frage, ob bei der Umwandlung der grauen Modification des Zinns in die weisse und umgekehrt eine Ge-

---

1 Nature 64, 181 (1901).

2 Physikal. Zeitschrift 3, 425 (1902).

3 On the Conservation of mass. Royal Dublin Soc. Trans. Ser. II. Vol. 8, p. 23 bis 52 (1903).

4 Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch. zu Basel 16, 441 (1903).

wichtsänderung bemerkbar ist. Die Wägungen liessen eine solche nicht erkennen.

e) Von A. Lo Surdo[1] in Messina ist 1904 eine sorgfältige Untersuchung der Reaction zwischen Eisen und Kupfersulfat ausgeführt worden. Er wandte ⋂-Gefässe aus Thüringer Glas an, welche, wie bei Heydweiller's Versuchen, einestheils etwa 15 *g* Eisenpulver enthielten, anderntheils etwa 80 *g* Kupfervitriol und 200—250 *g* Wasser, welches mit einer kleinen Menge Ätznatron versetzt war. Das durch Zusatzkörper auf 0.004—0.023 *ccm* ausgeglichene äussere Volum der Apparate wurde vor und nach der Reaction bestimmt, wobei sich die nachstehend unter b verzeichneten Änderungen ergaben. Die Wägungen geschahen mittels einer mit Spiegelablesung versehenen Waage von Sartorius in Göttingen (Empfindlichkeit 20—30 Scalentheile pro Milligramm), welche die Einrichtung besass, dass die Gefässe nicht nur umgewechselt, sondern auch geneigt werden konnten, wodurch sich die Reaction innerhalb des Waagekastens ausführen liess, ohne Berührung des Glases. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 6 bis 7 Einzelwägungen betrug ± 0.003 bis ± 0.007 *mg*, in einem Falle ± 0.012 *mg*.

Fünf Versuche ergaben folgende Resultate:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
a) Gewichtsänderung	+ 0.008	— 0.008	— 0.008	+ 0.013	+ 0.003 *mg*
b) Volumänderung	+ 0.011	+ 0.002	+ 0.008	+ 0.003	— 0.006 *ccm*

Da die Versuchsfehler im Ganzen auf höchstens 0.02 *mg* zu schätzen sind, so liegen die Gewichtsänderungen vollständig innerhalb dieser Grenze, und sie würden sich auch durch Anbringung einer durch die Volumänderung der Gefässe bedingten Correction nur unwesentlich ändern. Lo Surdo zieht daher den Schluss, dass bei chemischen Reactionen keine merkbaren Verschiedenheiten des Gesammtgewichts eintreten.

Hierbei ist aber zu bemerken, dass sich dieser Ausspruch nur auf die Umsetzung zwischen Eisen und Kupfersulfat bezieht.

Angesichts der von verschiedenen Beobachtern erhaltenen wiedersprechenden Resultate war eine erneute Untersuchung des Problems zur dringenden Nothwendigkeit geworden. Es musste endlich mit Bestimmtheit entschieden werden, ob die von Hrn. Heydweiller und mir bei mehrfachen Reactionen ganz vorherrschend gefundenen Gewichts-

[1] Nuovo Cimento Ser. V, Vol. 8 (1904).

verminderungen nur auf Versuchsfehlern beruhen, hervorgebracht durch rein äusserliche, wenig Interesse bietende Ursachen, oder ob sie im Zusammenhang mit der Substanzänderung stehen.

Da nach den bisherigen Erfahrungen[1] eine etwa vorhandene ungleiche Wirkung der Schwerkraft auf verschiedene Körper verschwindend klein ist, so kann, gestützt auf das Axiom von der Erhaltung der Materie, die Ursache der beobachteten Gewichtsabnahmen nur in einer Verminderung der Masse gesucht werden. In meiner ersten Mittheilung war an das Vorhandensein von entweder in den Atomen selbst enthaltenem (Lothar Meyer) oder um dieselben stark verdichtetem Aether (C. Nägeli) gedacht worden, welcher bei der Reaction theilweise entweicht. Ferner wurde schon oben die von Lieben'sche Ansicht erwähnt, dass die Gewichtsänderungen vielleicht mit dem Auftreten oder Verschwinden von Elektronen in Beziehung stehen. Endlich lässt sich aber in dem gegenwärtigen Zeitalter der Radioactivität, wo die freiwillige Veränderlichkeit der Atome mehrerer Elemente erkannt worden ist, die Vermuthung aussprechen, dass in Folge der heftigen Erschütterung, welche die Atome bei chemischen Reactionen erleiden, auch bei andern Elementen als den radioactiven eine Abspaltung eines kleinen Theiles ihrer Masse vorkommen kann. Hält man es für möglich, dass die losgelösten Theilchen bei ihrer Kleinheit durch die Gefässwandung hindurchgehen, so würden hiernach bei chemischen Umsetzungen Gewichtsabnahmen eintreten können, aber keine Gewichtszunahmen.

Als ich mich entschloss, den Gegenstand von Neuem aufzunehmen, liessen die früher in den Jahren 1890—1892 gemachten Erfahrungen eine sehr zeitraubende und mühsame Arbeit voraussehen. Es hatte sich gezeigt, dass die aufgetretenen Gewichtsänderungen nie den Betrag von 0.17 *mg* überschritten, ja meist sich nur in den Hundertstel Milligrammen bewegten, einem Gebiete, in welchem bei der Wägung von Glasgefässen mehrfache Fehlerquellen ins Spiel treten können. Hoffnung auf das Erlangen sicherer Resultate war nur vorhanden, wenn die Genauigkeit des Versuchsverfahrens sowie besonders der Wägungen gegen früher noch erheblich gesteigert werden konnte. Glücklicherweise liess sich dies ermöglichen durch sehr dankenswerthe Unterstützungen seitens der Akademie der Wissenschaften und des Kgl. Cultus-

[1] Nach den bereits in der ersten Abhandlung mitgetheilten Beobachtungen von R. von Eötvös sowie D. Kreichgauer ist anzunehmen, dass, wenn überhaupt eine Differenz in der Schwere von Körpern gleicher Masse, aber verschiedener Substanz vorhanden ist, diese weniger als ein Zwanzigmilliontel der gemessenen Grösse beträgt. Für eine Reactionsmasse von 100 bis 200 *g*, wie sie bei den hier bezüglichen Versuchen in Anwendung kam, würde der Unterschied 0.005—0.010 *mg* betragen, also in die Versuchsfehler fallen.

ministeriums, welche mich in den Besitz einer neuen vorzüglichen Waage nebst andern nöthigen Instrumenten brachten. Ende des Jahres 1901 wurde mit den Versuchen begonnen: sie lieferten bei verschiedenen Reactionen wie früher fast stets Gewichtsabnahmen, aber es blieben doch häufig Zweifel bestehen, ob dieselben nicht auf äussere Einflüsse zurückzuführen waren. Zutrauen zu den Resultaten konnte ich erst gewinnen, nachdem eine ausgedehnte Versuchsreihe beendigt worden war, bei welchen die Gefässe mit nicht reactionsfähigen Substanzen beschickt und dann genau in gleicher Weise behandelt wurden, wie es bei den Versuchen mit chemisch sich umsetzenden Körpern geschah. Hierbei ergaben sich sowohl Gewichtszunahmen wie -abnahmen in fast gleicher Zahl, und ferner von einer Grösse, welche erheblich unter der bei Reactionen auftretenden lag. Wie später ausführlich dargelegt, konnte als grösster Fehler, welche dem ganzen Versuchsverfahren einschl. der Wägung anhaftet, der Betrag von ± 0.03 *mg* festgesetzt werden.

In der vorliegenden Mittheilung muss ich mich auf die Angabe der Resultate und eine kurze Erörterung der Methoden beschränken. Das Beobachtungsmaterial im Einzelnen ist sehr umfangreich, und ich bin daher genöthigt, über die ganze Arbeit noch einen ausführlichen Bericht zu erstatten, welchen ich für die Abhandlungen der Akademie einreichen werde.

Verfahrungsweisen.

Die Versuche sind im Wesentlichen auf die gleiche Weise wie die frühern ausgeführt worden. Über die Einzelheiten der angewandten Methoden mögen hier nachstehende Angaben folgen.

1. Reactionsgefässe. Zu den meisten Versuchen dienten ∩-förmige Röhren aus Jenaer Gerätheglas mit 10 *cm* langen und 5 *cm* weiten Schenkeln. An dem obern gebogenen Verbindungsstück von 8 *cm* Länge und 2 *cm* Durchmesser sassen die beiden kurzen Einfüllröhren von 0.7 *cm* Weite. Gewicht der gefüllten Apparate 360—450 *g*, äusseres Volum 400—450 *ccm*. Äussere Glasoberfläche 370—400 *qcm*. Eingefüllte Substanzen inclusive Wasser 250—350 *g*. Die ∩-Röhren waren kleiner als die bei den alten Versuchen gebrauchten, welche das Gewicht von 700—980 *g* und das Volum von etwa 900 *ccm* besessen hatten.

Eine zweite Art von Apparaten, in der Folge mit 0 bezeichnet, bestand aus einem 12 *cm* hohen und 7 *cm* weiten Glascylinder *A*, am Boden geschlossen und oben in eine Einfüllröhre ausgehend. Im Innern von *A*, und zwar am Boden, war ein oben offener Glasbecher *B* von 8 *cm* Höhe und 5 *cm* Weite angeschmolzen, wodurch ein ringförmiger Zwischenraum entstand, in welchen die eine der Reactions-

substanzen eingefüllt wurde, während die andere in das Innere des Bechers *B* kam. Schliesslich umgab den Cylinder *A* noch ein grösserer geschlossener DEWAR'scher Glasmantel *C* von 13 *cm* Höhe und 8 *cm* Durchmesser, mit luftleer gepumptem Raum zwischen *A* und *C*. Hierbei blieb das Volum des äussern Gefässes *C* unberührt von den Volumänderungen, welche das Gefäss *A* in Folge der Reactionswärme erleiden konnte. Gewicht der gefüllten Apparate 450—550 *g* (Füllung 170—260 *g*), äusseres Volum etwa 600 *ccm*, äussere Glasfläche etwa 350 *qcm*.

Drittens habe ich zu einigen Versuchen ∩-förmige Gefässe aus Quarzglas benutzt, welche von Hrn. HERAEUS in Hanau hergestellt worden waren. Sie hatten dieselbe Grösse wie die ∩-Röhren aus Glas, besassen aber nur eine Einfüllöffnung an der obersten Stelle des Bogens. Diese wurde anfänglich mit einer geschmolzenen Mischung aus 3 Theilen Kolophonium und 1 Theil Wachs, später durch Zuschmelzen im Knallgasgebläse geschlossen. Die Gefässe sind bis jetzt nur wenig benutzt worden, weil wegen ihrer sehr dünnen Wandung die Befürchtung entstand, dass eine Druckänderung im Innern von Einfluss auf ihr Volum sein könne.

Endlich kamen auch ∩-Röhren aus Glas in Anwendung, deren innere Wandung mit einer Schicht von festem Paraffin überzogen worden war. Veranlassung hierzu hatte der schon bei den alten Versuchen sowie auch neuerdings beobachtete Übelstand gegeben, dass Glasgefässe sich bisweilen als nicht vollständig dicht erweisen, entweder in Folge eines kleinen Sprunges oder einer durchgehenden Luftblase im Glase. Man merkt die Anwesenheit solcher Stellen bei Vornahme der ersten Wägungsreihe, wenn die Gewichtsdifferenz beider Gefässe von Tag zu Tag eine kleine Änderung in gleichem Sinne erfährt.[1] Derartige Undichtheiten, welche viel Zeitverlust verursachen, sind auch von HEYDWEILLER wahrgenommen worden.

Sämmtliche Glasgefässe wurden vor dem Gebrauch, um ihre äusserste Schicht alkaliärmer und dadurch weniger hygroskopisch zu machen, mehrere Tage in verdünnter Schwefelsäure und nachher in Ammoniak liegen gelassen.

2. Beschickung und Ausgleichung der Gefässe. Beim Einfüllen der Substanzen in die ∩-Röhren wurde Sorge getragen, beide Schenkel in gleicher Weise zu belasten. War dies nicht möglich, wie z. B. bei den Lösungsversuchen von Salzen in Wasser, so geschah die Ausgleichung durch Zusatz indifferenter Körper, wie böhmischer Granaten oder Iserinkörner. — Ferner wurde in den meisten Fällen die

[1] Beispiele solcher stetiger Änderungen finden sich in der ersten Abhandlung S. 314.

Flüssigkeitsoberfläche in einem oder auch beiden Schenkeln der ⋂-Röhren mit einer Schicht Paraffinöl bedeckt, um Verdampfung zu verhüten.

Nach dem Zuschmelzen der beiden Reactionsgefässe bestimmte man mittels einer Kilogrammwaage, welche 1 *mg* angab, das Gewicht und durch Wägung unter Wasser von gleicher Temperatur das Volum derselben. Sodann wurde zu dem kleinern und leichtern Gefäss aus dünnwandigen Glasröhren von 5 *mm* Durchmesser ein geschlossener Zusatzkörper angefertigt und dessen Volum vermittels Eintauchen in eine theilweise mit Wasser gefüllte Messröhre, welche 0.02 *ccm* ablesen liess, so lange geändert, bis Ausgleichung der beiden Gefässe auf weniger als 0.04 *ccm* erreicht war. Der durch die Schwankungen des Luftgewichtes zwischen den Grenzen 1.15 und 1.25 *mg* pro 1 *ccm* verursachte Auftriebsfehler lag sodann unterhalb 0.004 *mg*. Die Gewichtsausgleichung auf einige Milligramm geschah theils durch Einfüllen von Sand in den Zusatzkörper, theils durch Anhängen von Platindraht.[1]

Zur Wägung kamen die ⋂- sowie 0-Apparate in passende gleich schwere Stative aus vergoldetem Messing zu stehen, wodurch die Belastung der Waageschale auf etwa 490 *g* bez. 550 *g* stieg. Beim Transport der Gefässe wurde jede Berührung mit der Hand vermieden; es diente hierzu ein gabelartiges Instrument aus polirtem Stahl. Behufs Ausführung der Reaction setzte man den Apparat in ein passend construirtes Messingstativ, welches den erstern nur an wenigen Stellen berührte, und vollzog die Mischung der Substanzen durch allmähliches Neigen der ganzen Vorrichtung.

3. Waage. Das benutzte Instrument war in der für Construction von Präcisionswaagen rühmlichst bekannten Werkstatt von Alb. Rueprecht in Wien angefertigt worden.[2] Tragfähigkeit 600 *g*, Länge des Messingbalkens 150 *mm*, Verbindung der Endpfannen mittels zweier

[1] Ein Beispiel zweier ausgeglichener Apparate ist Folgendes:

Gefäss *A*	Gewicht	Volum
Ursprüngliches Gefäss	352.585 *g*	393.133 *ccm*
Platindraht	0.159	0.007
	352.744 *g*	393.140 *ccm*
Gefäss *B*	**Gewicht**	**Volum**
Ursprüngliches Gefäss	345.019 *g*	390.459 *ccm*
Zusatzkörper	7.566	2.678
Platindraht	0.155	0.007
	352.740 *g*	393.153 *ccm*

Gewichtsdifferenz 0.004 *mg* — Volumdifferenz 0.013 *ccm*.

[2] Dasselbe ist abgebildet in dem Preisverzeichnisse dieser Firma vom Jahre 1902, S. 29, Nr. 48.

gekreuzter Schneiden mit dem Schalengehänge, Auflegung von 120, 121, 122, 140, 155.5, 160 *mg* schweren Platin Diff. Gewichten auf die Gehänge von aussen, Spiegel und Fernrohrablesung auf 3 *m* Distanz, ferner durch Gestänge von der gleichen Länge automatische Umwechselung der Belastungen, Transport derselben auf die Schalen, endlich Auslösung des Balkens und der Schalen. Empfindlichkeit für 1 *mg* bei 500 *g* Belastung anfänglich 400 ablesbare Scalentheile (Zehntel-Millimeter), nach 4jährigem Gebrauch allmählich auf 280 zurückgehend. Halbe Schwingungsdauer 35 Sec. Die Waage war in einem Zimmer des frühern II. Chemischen Instituts der Universität aufgestellt und Erschütterungen von der Strasse her wenig ausgesetzt, wohl aber von solchen aus dem Innern des Gebäudes, welche sich jedoch fernhalten liessen. Die Heizung des Raumes geschah durch einen immerfort brennenden Gasofen mit Chloräthylregulator, der eine vorzügliche Constanthaltung der Temperatur erlaubte.

Die Bestimmung des Gewichtsunterschiedes der beiden Gefässe wurden nach dem in der ersten Abhandlung S. 310 angegebenen Gauss'schen Verfahren mit zweimaliger Umwechselung der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung ausgeführt. Hierbei waren im Ganzen 4 Schwingungspunkte zu ermitteln, und zwar jeder durch 3 bis 5 Auslösungen des Balkens. Die Einzelheiten des Verfahrens werden in der künftigen ausführlichen Abhandlung erörtert werden: hier beschränke ich mich auf einige Angaben über die Leistungen der Waage.

a) Indem zwei cylindrische Messinggewichtsstücke von 400 *g*, welche um etwa 4 *mg* von einander abwichen, in völlig gleicher Lage auf die Schalen gebracht und an verschiedenen Tagen gewogen wurden, ergaben sich für den genauen Gewichtsunterschied die Zahlen:

4.2588 — 4.2591 — 4.2589 — 4.2584 — 4.2576 *mg*
Mittel: 4.2586 ± 0.0003 *mg* (mittlerer Fehler[1]).

Grösste Wägungsdifferenz: 0.0015 *mg*.

b) Bei anderen Wägungsreihen derselben Gewichte fielen jedoch die Abweichungen erheblich grösser aus; z. B.:

4.273 — 4.260 — 4.250 — 4.242 — 4.260 *mg*.
Mittel: 4.257 ± 0.005 *mg*.

Grösste Wägungsdifferenz: 0.031 *mg*.

c) Die Bestimmungen des Gewichtsunterschiedes der gläsernen Reactionsapparate ergaben beispielsweise folgende Resultate:

[1] Es ist in der Folge stets der mittlere Fehler, nicht der wahrscheinliche, berechnet worden.

I. 3.964 — 3.972 — 3.958 — 3.971 — 3.966 *mg*.
Mittel: 3.966 ± 0.004 *mg*.
Grösste Wägungsdifferenz: 0.014 *mg*.

II. 5.816 — 5.804 — 5.793 — 5.839 — 5.827 *mg*.
Mittel: 5.816 ± 0.008 *mg*.
Grösste Wägungsdifferenz: 0.046 *mg*.

4. Wägungsfehler. Dieselben entstanden hauptsächlich durch folgende Einflüsse.

a) Verschiedene Temperatur der beiden Balkenarme. Zur annähernden Erkennung derselben waren durch die aus Kupfer hergestellte Deckplatte der Waage zwei Thermometer eingeführt, deren grosse Quecksilbergefässe bis zur Mitte jeder Balkenhälfte führten und einige Millimeter davon abstanden. Die oben herausragenden Scalen wurden durch ein Fernrohr abgelesen und dazu temporär von hinten durch Glühlampen beleuchtet. Die Thermometer, welche $^1/_{100}°$ sicher schätzen liessen, zeigten sehr gut übereinstimmenden Gang, und man konnte während der Dauer einer Wägung nie eine Abweichung derselben beobachten. Dessenungeachtet waren vielleicht Differenzen von tausendstel Graden vorhanden, und wie die Rechnung ergiebt, muss, wenn die Länge des Balkenarmes 150 *mm*, die Belastung 500 *g* und der Ausdehnungscoefficient des Messings 0.000019 beträgt, ein Temperaturunterschied von 0.001° das Wägungsresultat schon um beinahe 0.01 *mg* ändern. Behufs gleichmässiger Wärmevertheilung war übrigens im Innern der Waage an der Rückwand eine dicke Kupferplatte aufgestellt und überdies das Gehäuse mit Schirmen umgeben.

b) Gleichmässige Änderung der Temperatur beider Balkenarme. Wurden die nämlichen Belastungskörper an verschiedenen Tagen bei abweichenden Temperaturen gewogen, so zeigte sich immer, dass Wärmezunahme eine erhebliche Verschiebung aller Schwingungspunkte nach rechts bewirkte, und zwar betrug derselbe für 1° etwa 10 ganze = 100 ablesbare Scalentheile. Die linke Balkenhälfte musste sich also stärker ausdehnen als die rechte. Vielfache Gewichtsbestimmungen bei abweichenden, aber während der Wägung constant bleibenden Temperaturen ergaben jedoch gut übereinstimmende Resultate. Da indess das ganze Wägeverfahren die Zeit von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch nahm, so liess sich bisweilen nicht vermeiden, dass die beiden Thermometer gleichmässig um einige hundertstel Grade stiegen oder fielen. In diesem Falle wird bei Anwendung der Gauss'schen Methode mit hin- und rückläufiger Ausführung der Theilwägungen der Wärmeeinfluss compensirt; immerhin verursachten die kleinen Temperaturänderungen schon eine beginnende Unruhe der Waage, in Folge deren

bei wiederholten Auslösungen grössere Differenzen in den Gleichgewichtslagen auftraten.

c) Ungleiche Lage der Belastungen auf den Waageschalen. Wenn die aufgelegte Last nicht vollkommen gleichmässig um die von der Endschneide des Balkens ausgehende Schwerpunktlinie vertheilt ist, so wird beim Auslösen der Waage eine Verschiebung der Schale mit ihrem Gehänge stattfinden, wodurch Neigung der Pfanne gegen die nicht absolut scharfe Schneide und somit eine minimale Änderung der Balkenlänge eintreten kann. Beträgt diese nur 0.0001 *mm*, so entsteht bei der Balkenlänge 150 *mm* und der Belastung von 500 *g* auf das Wägungsresultat bereits ein Einfluss von 0.333 *mg*. Bei der Rueprecht'schen Waage wird zwar diesem Übelstand durch die Einschaltung zweier gekreuzter Schneiden zwischen dem Pfannengehänge und dem Schalenbügel grösstentheils vorgebeugt, aber immerhin war eine möglichst vollkommene Centrirung der Belastungsmasse, d. h. des Reactionsgefässes mit seinem Stativ nothwendiges Erforderniss. Hierzu diente ein besonderes Instrument, bestehend aus einer vertical drehbaren, cardanisch aufgehängten Waageschale, welche auf der untern Seite eine 10 *cm* lange Spitze besass, die gegenüber einer am Fussgestell der Vorrichtung befindlichen zweiten Spitze einspielte. Nachdem der Apparat vermittels Führungszapfen immer in gleicher centrischer Lage auf die Schale gesetzt worden war, musste entweder durch Verschiebung des Glasgefässes auf seinem Stativ, oder nach vollbrachter Reaction durch Umgiessen der Flüssigkeit in den Schenkeln der ∩-Röhren die Masse so vertheilt werden, dass bei der Drehung der Schale die beiden Spitzen stets zusammenfielen. Sodann wurden die beiden Apparate in die Waage gebracht, wobei der Mechanismus derselben bewirkte, dass sie immer auf die gleiche Stelle der Waageschalen sich aufsetzten. Ferner konnten sie in die um 180° gedrehte Lage gebracht werden. War die Centrirung gut gelungen, so fielen die in beiden Stellungen vorgenommenen Wägungen sehr übereinstimmend aus. Bei unsymmetrischer Massenvertheilung konnten dagegen Differenzen bis nahezu 0.1 *mg* eintreten; in diesem Falle erreichte man aber befriedigende Resultate, wenn die beiden Apparate in jeder der zwei Lagen aufgesetzt, und dann das Mittel der 4 Wägungen genommen wurde. Die ausführliche Abhandlung wird das Nähere hierüber bringen.

Weitere Einflüsse, wie elektrische oder magnetische, kamen bei den Wägungen nicht in Betracht.

5. Durch die Reactionsgefässe bewirkte Versuchsfehler. Dieselben können durch folgende Ursachen entstehen:

a) Erwärmung des Gefässes bei Ausführung der Reaction. Die Vermischung der Substanzen wurde nie plötzlich, sondern während

zwei Tagen in kleinen Portionen vorgenommen, wobei aber zeitweise eine Erwärmung um 5°—7° nicht zu vermeiden war. Hierdurch konnte gleichzeitig eintreten: erstens eine Vergrösserung des Volums des Gefässes, welche bei der Abkühlung möglicherweise nicht wieder auf den frühern Betrag zurückging, und zweitens eine Verminderung der Wasserhaut an der äusseren Glasfläche. Da durch beide Ursachen das Gefäss an Gewicht verliert, so lag hierin vielleicht der einfache Grund für die vielen Gewichtsabnahmen, welche bei den chemischen Reactionen beobachtet worden sind, und es musste deshalb der Einfluss der Erwärmung genau untersucht werden. Zu diesem Zwecke wurde von zwei mehrfach gewogenen Apparaten der eine $\frac{1}{4}$ bis 1 Stunde in ein auf 30°—40° erhitztes Luftbad gesetzt und dann nach Ablauf von zwei Tagen wiederholt der Wägung unterworfen. Vielfache schon bei meiner frühern Arbeit und auch jetzt wieder vorgenommene Versuche zeigten aber immer, dass selbst bei dieser viel stärkern Erwärmung keine wesentliche Gewichtsänderung constatirt werden konnte. Die Belege folgen in der ausführlichen Abhandlung. Auch Hr. Heydweiller[1] hat dieselbe Erfahrung gemacht.

Was die sogenannte Wasserhaut an der äussern Glasfläche betrifft, welche aus Glaslösung, condensirten Öldämpfen aus den maschinellen Theilen der Waage und Staubpartikeln besteht, so schwankt das Gewicht derselben auf der 370 cm^2 betragenden Oberfläche der ∩-Gefässe zwischen 0.133 und 0.182 *mg*. Bei den gleich grossen, aber viel weniger hygroskopischen Quarzgefässen betrug es nur 0.037 bis 0.082 *mg*. Diese Zahlen ergaben sich aus dem Gewichtsverlust, welchen ein mehrere Wochen in der Waage verbliebener Apparat erlitt, wenn er mittels eines mit Alkohol befeuchteten Batisttuches abgewaschen wurde. Da bei den Reactionsversuchen immer zwei Gefässe von völlig gleicher Oberfläche in Anwendung kamen, so konnte das Gewicht der Wasserhaut keine wesentliche Verschiedenheit besitzen, und dass auch die Änderung desselben durch wechselnden Feuchtigkeitsgehalt der Luft in gleicher Weise erfolgte, ergab sich aus dem Constantbleiben des Gewichts bei wochenlang fortgesetzten Wägungen derselben Apparate.

b) Volumänderung der Gefässe durch Druckänderungen im Innern. Die vorgenommenen chemischen Reactionen sind immer von einer Volumänderung der Gesammtmasse begleitet, welche in einer Abnahme besteht, wenn aus flüssigen Körpern sich feste abscheiden und umgekehrt. So tritt z. B. bei der Umsetzung zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat in wässerigen Lösungen von den angewandten Concentrationen eine Verminderung des Volums der Flüssigkeitsmasse um

[1] Drude, Ann. d. Phys. 5. 402, 403.

1.67 Procent ein.[1] Besitzt die in einen Apparat eingefüllte Menge der Substanzen nebst dem Wasser das Volum von 300 *ccm*, so hat sich dieses bei der Reaction auf 295 *ccm* vermindert, und wenn über der Flüssigkeit sich 100 *ccm* Luft vom Drucke 760 *mm* befanden, muss letzterer auf 724 *mm* sinken. Um zu prüfen, welchen Einfluss solche Druckänderungen auf die Wandungen der ∩-Röhren, welche die Dicke von 0.75 bis 0.8 *mm* besassen, ausübt, wurde ein besonderer Apparat aus dem nämlichen Glase hergestellt. Derselbe bestand im Wesentlichen aus einem geschlossenen cylindrischen Gefäss von 400 *ccm* Inhalt, umgeben von einem mit Wasser gefüllten Glasmantel, welcher in eine enge graduirte Röhre auslief. Indem man die Luft im innern Cylinder verdichtete oder verdünnte, liess sich an der Verschiebung des Wasserstandes in der Röhre deutlich die Volumänderung feststellen, und mehrfache Versuchsweisen ergaben, dass für je 100 *mm* Zu- oder Abnahme des Druckes das ursprüngliche Volum von 400 *ccm* sich um 0.0036 *ccm* vermehrte oder verminderte. Da bei den Reactionsversuchen die Druckvariation niemals 100 *mm* erreichte, so änderte sich somit das Volum der Gefässe in so geringem Grade, dass kein wesentlicher Auftriebsfehler bei der Wägung zu befürchten war.

Einige weitere Ursachen möglicher Versuchsfehler, welche der Prüfung unterworfen wurden, mögen hier nur kurz erwähnt werden. So gab der Umstand, dass bekanntlich auf galvanisch vergoldeten Messingflächen durch Oxydation cyankaliumhaltiger Stellen bisweilen Flecken entstehen, Veranlassung, die zur Aufstellung der U-Gefässe benutzten vergoldeten Stative auf Unveränderlichkeit ihres Gewichts zu untersuchen. Es zeigte sich, dass dieses völlig constant blieb. — Da ferner, wie früher schon bemerkt, einige mit Reactionsflüssigkeiten beschickte Apparate bei fortgesetzten Wägungen Gewichtsabnahmen zeigten, ohne dass der Grund aufzufinden war, wurde geprüft, ob vielleicht ein langsames Durchwandern von Wassertheilchen durch die dünne Glaswand erfolgen kann. Zu diesem Zwecke füllte man von zwei ∩-Apparaten den einen mit Wasser, den andern mit Paraffinöl und bestimmte ihre Gewichtsdifferenz während drei Monaten. Es fand kein Leichterwerden des wasserhaltigen Gefässes statt.

Fast alle der genannten Fehlerquellen haben auf die schliesslichen Wägungsresultate mehr oder weniger Einfluss, aber sie lassen sich nicht einzeln in Rechnung ziehen. Um über ihre Gesammtwirkung ein Urtheil zu erhalten, war eine besondere Beobachtungsreihe nöthig, darin bestehend, dass man je zwei Apparate mit gänzlich indifferenten Sub-

[1] Berechnet aus den Dichten der festen Körper und Lösungen vor und nach der Umsetzung.

stanzen beschickte und dieselben dann den gleichen Operationen und Wägungen unterwarf, wie die mit reagirenden Körpern gefüllten. Hierdurch musste sich der dem ganzen Versuchsverfahren anhaftende Fehler ergeben. Die Feststellung desselben bildet die erste Gruppe der nachfolgenden Beobachtungsresultate.

Beobachtungsergebnisse.

Wie früher schon bemerkt, können in dieser Abhandlung nur die Endresultate, d. h. die bei den Versuchen erhaltenen Gewichtsänderungen, mitgetheilt werden. Dieselben leiten sich ab aus der Gewichtsdifferenz der beiden Apparate *A* und *B*:

bei Wägungsreihe I: Vor der Reaction.
» » II: Nach der Reaction in Apparat *A*.
» » III: Nach der Reaction in Apparat *B*.

Jede Reihe bestand aus 4 bis 8 Einzelwägungen, und der mittlere Fehler des Mittels derselben schwankte zwischen ±0.002 und ±0.008 *mg*. Indem man mit *A* stets das schwerere Gefäss bezeichnete, bedeutete Abnahme von II gegen I Gewichtsverminderung, Zunahme dagegen Gewichtsvermehrung von *A*. Nach der Reaction in *B* musste Wägung III wieder nahe mit I übereinstimmen. Die Tabellen enthalten noch den Wägungsfehler des Resultats, berechnet durch Summirung der mittlern Fehler der beiden betheiligten Wägungsreihen, z. B.:

Wägungsreihe	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittlerer Fehler	Resultat		
			Gefäss	Gewichtsänderung	Wägungsfehler
I	3.588 *mg*	±0.003	*A*	−0.076 *mg*	±0.009
II	3.512 »	±0.006	*B*	−0.058 »	±0.011
III	3.570 »	±0.005			

I. Bestimmung des Gesammtversuchsfehlers durch Beschickung der Gefässe mit nicht reactionsfähigen Substanzen.

Die beiden Abtheilungen der Reactionsgefässe wurden entweder mit der gleichen oder auch zwei verschiedenen indifferenten Flüssigkeiten beladen (Versuch Nr. 1—7). In andern Fällen (Versuch Nr. 8 bis 19) benutzte man die Apparate, in welchen bereits eine Reaction ausgeführt worden war, und wiederholte mit der darin enthaltenen nunmehr gleichförmigen Masse die früher vorgenommenen Manipula-

tionen nochmals. Um die fehlende Reactionswärme zu ersetzen, wurde bei mehreren Versuchen (Nr. 4, 5; 10, 11) das Gefäss einige Zeit in ein auf 30° — 40° erhitztes Luftbad gesetzt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Füllung der Gefässe	Vers. Nr.	Zeit der Aus-führung	Art der Gefässe	Gewicht der Füllung	Ge-fäss	Beobachtete Gewichts-änderung	Wägungs-fehler
Wasser	1	1903 Januar	∩ Jenaer Gerätheglas	260 *g*	*A*	−0.003 *mg*	±0.012 *mg*
Wasser	2	1903	∩ Jenaer	260	*A*	+0.005	0.015
	3	Februar	Gerätheglas	»	*B*	+0.007	0.014
Wasser	4	1903	∩ Jenaer	216 *g*	*A*	+0.002 *mg*	±0.011 *mg*
Paraffinöl	5	Juni	Gerätheglas	»	*B*	−0.007	0.013
Wasser	6	1903	∩ - Röhren	270 *g*	*A*	−0.008 *mg*	±0.009 *mg*
Quecksilber	7	März	Quarzglas	»	*B*	−0.017	0.004
Jod und Natrium-	8	1904	∩ Jenaer	350 *g*	*A*	+0.014 *mg*	±0.009 *mg*
sulfatlösung	9	Jan.-Febr.	Gerätheglas		*B*	+0.012	0.008
Kupfer und	10	1904	∩ Jenaer	253 *g*	*A*	+0.015 *mg*	±0.008 *mg*
Ferrosulfat-	11	März	Gerätheglas	»	*B*	−0.010	0.015
lösung	12	1904	∩ Jenaer	253	*A*	−0.023	0.006
	13	December	Gerätheglas	»	*B*	−0.024	0.010
Silber und	14	1905	O - Gefäss mit	258 *g*	*A*	−0.009 *mg*	±0.008 *mg*
Ferrisulfat-	15	Februar	Vacuummantel	»	*B*	+0.006	0.011
lösung	16	1905	∩ Jenaer Geräthe-glas mit	300	*A*	−0.002	0.014
	17	März	Paraffinschicht	»	*B*	−0.001	0.015
Uranylnitrat-	18	1905	∩ Jenaer	307 *g*	*A*	+0.006 *mg*	—
lösung	19	October	Gerätheglas	»	*B*	−0.003	—

Die obigen 19 Versuche führen zu folgendem Ergebniss:

Die in Col. VII angegebenen Gewichtsänderungen, welche die gesammten bei einem Versuche auftretenden Fehler einschliessen, sind sowohl zunehmend wie abnehmend, und zwar tritt 8 Mal das +Zeichen, 11 Mal das —Zeichen auf. Die Mittel aus den Summen der beiderseitigen Abweichungen betragen: + 0.008 und — 0.010 *mg*.

Von den 19 Versuchen haben 17 eine Gewichtsänderung ergeben, welche unter 0.017 *mg* bleibt. Nur in zwei Fällen (Nr. 12, 13) ist derselbe auf 0.023 und 0.024 *mg* gestiegen, und man kann die letzte Zahl als den Maximalfehler bezeichnen, welcher dem Verfahren anhaftet. Rückt man die Grenze noch etwas weiter, und zwar bis zu

0.03 *mg*,

so liegt wohl vollständige Sicherheit vor, dass, wenn bei einem Versuch eine diesen Betrag überschreitende Gewichtsänderung beobachtet wird, diese nicht mehr von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Die Zahlen der Col. VII umfassen:

a) die Einflüsse, denen die Gefässe bei der ganzen Behandlung ausgesetzt sind und die von verschiedener Feuchtigkeitsschicht auf der äussern Glasfläche, nicht ganz gleichem Volum der beiden Gefässe, Volumänderung in Folge der Reactionswärme, Berührung mit den Transportvorrichtungen, Staubablagerung u. s. w. herrühren können;

b) die Fehler der Waage und des Wägungsverfahrens. Der diesen zukommende Betrag ist in Col. VIII angegeben, und wie ersichtlich, bewegt sich derselbe zwischen den Grenzen ±0.006 und ±0.015 *mg*, bleibt also immer erheblich kleiner als der Gesammtfehler.

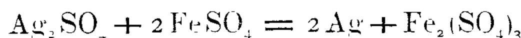
Der oben angegebene Maximalfehler von 0.03 *mg* bezieht sich auf die Versuche, welche seit 1901 mit der neuen RUEPRECHT'schen Waage ausgeführt worden sind. Was die alten Versuche von den Jahren 1890—1892 und 1899 betrifft, zu welchen die STÜCKRATH'sche und alte RUEPRECHT'sche Waage diente und wobei grössere Gefässe benutzt wurden, so betrug, wie aus der ersten Abhandlung ersichtlich, der mittlere Fehler des Mittels einer Wägungsreihe hier ±0.004 bis ±0.014 *mg*. Der Gesammtversuchsfehler ist früher nicht bestimmt worden, dürfte aber 0.05 *mg* keinesfalls übersteigen.

Hr. HEYDWEILLER[1] schätzt den seinen Beobachtungen anhaftenden grössten Fehler auf 0.04 *mg*.

II. Versuche mit reactionsfähigen Substanzen.

Erste Reaction.

Silbersulfat oder Silbernitrat und Ferrosulfat.



$$Ag_2SO_4 + 2\,FeSO_4 = 2\,Ag + Fe_2(SO_4)_3$$



oder $$3\,AgNO_3 + 3\,FeSO_4 = 3\,Ag + Fe_2(SO_4)_3 + Fe(NO_3)_3$$

Die beiden Substanzen wurden in solchem Verhältniss genommen, dass der Eisenvitriol in erheblichem Überschusse blieb. Trotzdem fand, wie besondere Versuche zeigten, nie eine vollständige Reduction der beiden Silbersalze statt, sondern es schieden sich nur 94—95 Procent des ganzen Silbergehaltes ab. Bei Anwendung von Silbersulfat fand wegen seiner Schwerlöslichkeit die Reduction grösstentheils im festen Zustande statt.

[1] DRUDE, Ann. d. Physik Bd. 5, S. 404 (1901).

Die Versuche theilen sich nach der Zeit ihrer Ausführung in drei Gruppen:

a) Nr. 1, 2, 3. Alte schon in der ersten Abhandlung beschriebene Versuche aus den Jahren 1890 und 1892. Alte RUEPRECHT'sche und STÜCKRATH'sche Waage. Grosse ∩-Gefässe. Gewicht im gefüllten Zustande etwa 925 *g*. Abgeschiedenes Silber 40 und 60 *g*. Wägungsfehler bis ±0.030 *mg*.

b) Nr. 9, 10, 11. Versuche vom Jahre 1899 und 1900. STÜCKRATH'sche Waage. Grosse ∩-Gefässe im Gewicht von etwa 820 *g*. Abgeschiedenes Silber 63.5 *g*. Wägungsfehler bis zu ±0.030 *mg*.

c) Nr. 4—8: 12, 13. Neue RUEPRECHT'sche Waage. Kleine ∩- oder O-Gefässe. Gewicht im gefüllten Zustande 400—540 *g*. Abgeschiedenes Silber 16.5 — 24 — 31 *g*. Wägungsfehler bis zu ±0.010 *mg*.

Gruppe	Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Abgeschiedenes Silber	React. in Gefäss	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
			Silbersulfat und Ferrosulfat.				
Alte Versuche	1	1890	∩-Röhren, gross.	40.0 *g*	*A*	−0.167 *mg*	±0.021 *mg*
	2	October	Thüringer Glas	»	*B*	−0.131	0.030
	3	1892 Jan.-Febr.	ebenso	60.0	*B*	−0.130	0.017
Neue Versuche	4	1903 Oct.-Nov.	∩-Röhren, klein. Thüringer Glas	31.2	*A*	−0.085	0.009
	5	1905	O-Gefäss mit	24.2	*A*	−0.103	0.009
	6	Jan.-Febr.	Vacuummantel	»	*B*	−0.068	0.010
	7	1905	∩-Röhren, klein.	24.2	*A*	−0.042	0.009
	8	März	Jenaer Geräthеglas mit Paraffinschicht	»	*B*	−0.029	0.009
			Silbernitrat und Ferrosulfat.				
	9	1899	∩-Röhren, gross.	63.5 *g*	*A*	−0.199	0.030
	10	Oct.-Nov.	Thüringer Glas	»	*B*	−0.137	0.028
	11	1900	ebenso	63.5	*A*	−0.079	0.013
	12	1902	∩-Röhren, klein.	16.5	*A*	+0.003	0.004
	13	April-Mai	Jenaer Geräthеglas mit Paraffinschicht	»	*B*	−0.003	0.009

Aus der Tabelle lässt sich Folgendes ersehen:

1. Die vorherrschende Erscheinung ist die Gewichtsabnahme, und zwar übersteigt dieselbe bei 9 Versuchen (Nr. 1—6 und 9—11) meist in so erheblichem Grade den maximalen Beobachtungsfehler, dass sie durch diesen nicht erklärt werden kann.

2. Im Allgemeinen scheint mit der Vermehrung der angewandten Reactionsmasse bez. der Menge des abgeschiedenen Silbers auch die Gewichtsverminderung grösser zu werden. Berechnet man die letztere in Bezug auf 100 *g* Silber, so ergeben sich bei den erwähnten 9 Versuchen die Zahlen:

Versuch Nr.	Gewichtsabnahme	Versuch Nr.	Gewichtsabnahme
1	0.42 *mg*	6	0.28 *mg*
2	0.33 »	9	0.31 »
3	0.22 »	10	0.22 »
4	0.27 »	11	0.12 »
5	0.43 »		

Wenn hiernach auch keine strenge Proportionalität zu Tage tritt, so ist doch eine Annäherung an dieselbe vorhanden. Das Mittel würde 0.29 *mg* Abnahme für je 100 *g* Silber sein.

3. Eine Ausnahme machen die Versuche Nr. 7, 8 und 12. 13, bei welchen ∩-Gefässe Anwendung fanden, deren innere Glasfläche mit einer Schicht von festem Paraffin überzogen war. In den zwei erstern Fällen übersteigen die Gewichtsabnahmen wenig den maximalen Versuchsfehler von 0.03 *mg*, und in den beiden letztern ist sogar das Gewicht vollständig unverändert geblieben.

Zweite Reaction.

Eisen- und Kupfersulfat.



$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4.$$

Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist diese Reaction von Heydweiller untersucht worden, unter Anwendung von ∩-Röhren, deren einer Schenkel mit 14—18 *g* Eisenpulver, der andere mit einer überschüssigen Menge Kupfervitriol nebst Wasser gefüllt war. Es zeigten sich dabei folgende Verschiedenheiten:

a) Bei Anwendung von säurefreiem Kupfersulfat (aus mit etwas Natronlauge versetzter Lösung auskrystallisirt) ergaben zwei Versuche die Abweichungen —0.026 und +0.019 *mg*, somit gar keine Gewichtsänderung.

b) Wurde das Wasser, welches zum Lösen des Kupfervitriols diente, mit einer kleinen Menge Alkali zersetzt, so traten bei drei Versuchen die erheblichen Gewichtsabnahmen: —0.217, —0.161, —0.176 *mg* ein, welche den von Heydweiller angenommenen maximalen Versuchsfehler von 0.04 *mg* stark überschreiten. — Fast gleich grosse Änderungen, nämlich —0.097 und —0.158 *mg* ergaben sich bei Zusatz einer kleinen Menge Schwefelsäure zu der Kupfersalzlösung.

Ich habe die Versuche wiederholt unter Benutzung von ∩-Röhren aus Jenaer Gerätheglas, welche enthielten:

a) bei den Versuchen Nr. 1 und 2:
im einen Schenkel: 15.0 *g* Klaviersaitendraht + 120 *g* reines Wasser,
im andern Schenkel: 70.0 *g* $CuSO_4 \cdot 5$ aq. + 65 *g* reines Wasser;

b) bei den Versuchen Nr. 3 und 4:
im einen Schenkel: 15.0 *g* Limatura ferri + 125 *g* } Wasser mit einigen
im andern Schenkel: 70.0 *g* $CuSO_4 \cdot 5$ aq. + 70 *g* } Tropfen Natronlauge.
(Stöchiometrisch erforderlich 67.0 *g* $CuSO_4 \cdot 5$ aq.)

Es wurden mit Hülfe der neuen Rueprecht'schen Waage folgende Resultate erhalten:

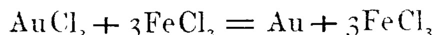
Nr.	Eisen und Kupfersulfatlösung	Zeit der Ausführung	Abgeschiedenes Kupfer	React. in App.	Beobachtete Gewichts-Änderung	Wägungsfehler
1	ohne Zusatz von	1902	17.0 *g*	*A*	−0.004 *mg*	±0.006 *mg*
2	Alkali	Oct.-Nov.	"	*B*	−0.022	0.007
3	mit Zusatz von	1904	17.0 *g*	*A*	−0.024 *mg*	±0.008 *mg*
4	Alkali	Febr.-März	"	*B*	−0.041	0.009

Somit haben sich in allen vier Fällen Gewichtsabnahmen bemerkbar gemacht. Dieselben sind aber bei Nr. 1 und 2 so klein, dass sie, wenn auch die Wägungsfehler (bei Nr. 2) überschreitend, doch unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von 0.03 *mg* bleiben. In Übereinstimmung mit Heydweiller ist somit zu erklären, dass bei Anwendung von säurefreiem Kupfersulfat keine Gewichtsänderung stattfindet, ein Resultat, zu welchem, wie früher angeführt, auch Lo Surdo gekommen ist.

Die Versuche Nr. 3 und 4 mit Alkalizusatz haben nicht die grosse Gewichtsverminderung ergeben, welche Heydweiller beobachtet hatte. Bei Nr. 3 liegt sie innerhalb des maximalen Versuchsfehlers von 0.03 *mg*, und bei Nr. 4 findet nur eine schwache Überschreitung statt. Es kann also das Stattfinden einer Gewichtsabnahme nicht mit Sicherheit behauptet werden. Zur völligen Entscheidung würden noch weitere Versuche, auch solche mit Zusatz von Schwefelsäure, erforderlich sein.

Dritte Reaction.

Goldchlorid und Eisenchlorür.



$$AuCl_3 + 3FeCl_2 = Au + 3FeCl_3$$

Zu dem Versuch dienten ∩-Röhren aus Jenaer Gerätheglas. Der eine Schenkel wurde beschickt mit 122 *g* einer aus 12.032 *g* Gold hergestellten Lösung von Goldchlorid, enthaltend 18.521 *g* $AuCl_3$; der andere mit 122 *g* Eisenchlorürlösung, welche durch Behandlung von 12.00 *g* reinem Eisen mit Salzsäure bereitet worden war und 27.20 *g*

$FeCl_2$ enthielt. Die stöchiometrisch erforderliche Menge hätte 23.21 *g* $FeCl_2$ betragen. Die Ausfällung des Goldes war vollständig, bei der Reaction zeigte sich nur eine sehr schwache Wärmeentwickelung. Neue Ruprecht'sche Waage.

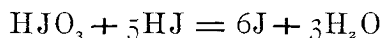
Der Versuch musste auf das Gefäss *A* beschränkt werden, da *B* später eine Beschädigung erlitt.

Zeit der Ausführung	Ausgefälltes Gold	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
1903 Januar	12.032 *g*	−0.009 *mg*	±0.010 *mg*

Hiernach hat sich bei dieser Reaction keine nachweisbare Gewichtsänderung gezeigt. Dabei ist aber zu bemerken, dass der Versuch nur mit kleinen Substanzmengen ausgeführt wurde.

Vierte Reaction.

Jodsäure und Jodwasserstoff.



$$HJO_3 + 5HJ = 6J + 3H_2O$$

Wie bei den frühern Versuchen, wurde in den einen Schenkel nicht wässerige Jodwasserstoffsäure, sondern eine Lösung von Jodkalium gebracht, in den andern ausser der Jodsäurelösung eine hinreichende Menge Schwefelsäure. Hierdurch war ein vorzeitiger Beginn der Reaction durch Übertreten von Jodwasserstoffgas vermieden. Die Jodsäure ist stets im Überschuss angewandt worden.

Die folgende Tabelle enthält ausser 6 alten Versuchen 7 neu ausgeführte.

	Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Abgeschiedenes Jod	Apparat	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
Alte Versuche	1	1890	⋂-Röhren, gross,	64.9 *g*	*A*	−0.047 *mg*	±0.022 *mg*
	2	Jan.-Febr.-Mz.	altes Thüringer Glas	»	*B*	−0.114	0.013
	3	1891	ebenso	80.0	*A*	−0.103	0.022
	4	Febr.-März	»	»	*B*	−0.102	0.016
	5	1891	ebenso	160.0	*A*	−0.177	0.012
	6	Mai-Juni	»	»	*B*	−0.011	0.013
Neue Versuche	7	1901	⋂-Röhren, klein,	43.3	*A*	−0.120	0.009
	8	October	Jenaer Gerätheglas	»	*B*	−0.098	0.009
	9	1904 Jan.-Febr.	ebenso	64.9	*A*	−0.004	0.005
	10	1904	⋂-Quarzglas,	64.9	*A*	−0.019	0.004
	11	October	Harzverschluss	»	*B*	−0.033	0.014
	12	1905	⋂-Röhren, klein,	54.0	*A*	−0.083	0.019
	13	December	Jenaer Gerätheglas	»	*B*	−0.053	0.020

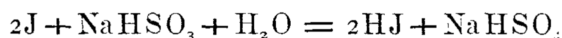
Aus der Tabelle zeigt sich zunächst, dass bei sämmtlichen 13 Versuchen eine Gewichtsverminderung eingetreten ist. In 8 Fällen (Nr. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13) übersteigt dieselbe die Beobachtungsfehler (alte Versuche 0.05 *mg*, neue 0.03 *mg*) in sehr erheblichem Grade: in 5 Fällen (Nr. 1, 6, 9, 10, 11) bleibt sie dagegen innerhalb der Fehlergrenze.

Fünfte Reaction.

Jod und Natriumsulfit.

Diese Reaction kann wie die vorhergehende zur Prüfung der Frage dienen, ob die Gewichtsänderungen im Zusammenhang mit den Dissociationsvorgängen stehen. Bei der Zersetzung zwischen Jodsäure und Jodwasserstoff unter Abscheidung von Jod tritt Verschwinden von Elektronen ein, während im vorliegenden Falle solche auftreten; man müsste also entgegengesetzte Wirkungen erwarten. Meine früher ausgeführten 4 Prüfungen der Reaction hatten jedoch ganz widersprechende Gewichtsänderungen, sowohl dem Sinne als der Grösse nach, ergeben: die Frage war daher ungelöst geblieben.

Bis jetzt war es mir nur möglich, zwei neue Versuche anzustellen, und zwar wurden bei denselben Jod und Natriumhydrosulfit (im Überschuss) gemäss der Gleichung



$$2J + NaHSO_3 + H_2O = 2HJ + NaHSO_4$$

auf einander wirken gelassen. Bei den alten Versuchen ist Jod und neutrales Sulfit im Verhältniss von $2J : Na_2SO_3$ angewandt worden. Die sämmtlichen vorliegenden Beobachtungen sind folgende:

	Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Verschwundenes Jod	Apparat	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
Alte Versuche	1	1890	∩-Röhren, altes	90 *g*	*A*	+0.105 *mg*	±0.008 *mg*
	2	Juli-Aug.	Thüringer Glas	„	*B*	−0.031	0.017
	3	1891	ebenso	110	*A*	+0.002	0.020
	4	Aug.-Dec.	„	„	*B*	−0.127	0.017
Neue Versuche	5	1901 Oct.-Nov.	∩ Jenaer Geräthеglas	50	*A*	−0.021	0.008
	6	1902 Febr.-März	ebenso	80	*A*	−0.034	0.009

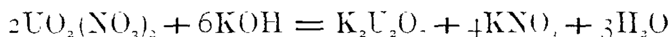
Bei den Versuchen Nr. 5 und 6 wurde durch Unfälle die Prüfung der Gewichtsänderung in Apparat *B* verhindert.

Von den 6 Versuchen haben vier (Nr. 2, 3, 5, 6) ein innerhalb der Versuchsfehler liegendes Resultat ergeben, und es scheint somit, dass bei der betreffenden Reaction überhaupt keine nachweisbare Gewichtsänderung eintritt. Bemerkenswerth ist aber, dass dieselbe in

drei Fällen wieder in einer Abnahme besteht. Was die Versuche Nr. 1 und 4 betrifft, so müssen bei diesen wahrscheinlich störende Einflüsse in's Spiel gekommen sein.

Sechste Reaction.

Uranylnitrat und Kaliumhydroxyd.



$$2UO_2(NO_3)_2 + 6KOH = K_2U_2O_7 + 4KNO_3 + 3H_2O$$

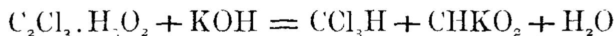
Der Versuch ist vorgenommen worden, um zu prüfen, ob vielleicht bei Anwendung eines Elements von hohem Atomgewicht eine stärkere Gewichtsänderung bemerkbar wird. Der eine Schenkel der ∩-Röhren wurde mit 63.7 *g* $UO_2.(NO_3)_2 + 6H_2O$ (= 50 *g* wasserfreiem Salz) gelöst in 96.3 *g* Wasser beschickt, der andere mit 25 *g* Ätzkali (stöchiometrisch erforderlich 21.35 *g*) und 135 *g* Wasser. Das Ergebniss war folgendes:

Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Gefälltes Kaliumuranat	Apparat	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
1	1905	∩ Jenaer	42.28 *g*	*A*	+0.006 *mg*	±0.009 *mg*
2	Mai	Gerätheglas	»	*B*	+0.002	0.010

Es zeigte sich also völlige Constanz des Gewichts. Dabei ist zu bemerken, dass die Reaction unter sehr schwacher Wärmeentwicklung verläuft.

Siebente Reaction.

Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd.



$$C_2Cl_3.H_3O_2 + KOH = CCl_3H + CHKO_2 + H_2O$$

Der bereits in der ersten Abhandlung beschriebene Versuch, welcher hier nur der Vollständigkeit wegen anzuführen ist, hatte bei der Umwandlung von 150 *g* Chloralhydrat in 108 *g* Chloroform zu dem Ergebniss

$$+0.012 \quad \pm 0.024 \; mg$$

geführt, wonach keine Gewichtsänderung eingetreten ist.

Achte Reaction.

Elektrolyse einer wässerigen Lösung von Jodcadmium mittels Wechselstroms.

Der auf Vorschlag meines Collegen Hrn. Nernst unternommene Versuch sollte Aufschluss geben, ob bei vielfach wiederholtem Übergang eines Elements aus dem gewöhnlichen Zustand in den ionisirten und umgekehrt eine Gewichtsänderung sich bemerkbar macht.

Der angewandte elektrolytische Apparat bestand aus einem vor der Lampe geblasenen Glascylinder von 12 *cm* Höhe und 4 *cm* Durchmesser, am Boden geschlossen und oben in eine Spitze ausgehend. Im Innern waren in concentrischer Stellung zwei ringförmig gebogene Platinbleche von 9 *cm* Höhe und 3.5 bez. 2.5 *cm* Durchmesser befestigt, von welchen Platindrähte durch die Glaswandung nach aussen führten. Die einander zugekehrten Oberflächen der beiden Elektroden betrugen 99 und 71 *qcm*. Es wurden zwei ganz gleiche Apparate hergestellt, die man mit einer concentrirten Lösung von Jodcadmium, enthaltend 40 *g* desselben in 100 *ccm*, anfüllte. Der Lösung war absichtlich noch eine kleine Menge freies Jod zugesetzt worden. Nach Ausgleichung des Gewichtes und äussern Volums beider Gefässe zeigten dieselben noch folgende kleine Unterschiede:

	Gewicht	Volum
Apparat *A*:	380.158 *g*	236.718 *ccm*
» *B*:	380.155 »	236.702 »
Differenz:	0.003 »	0.016 »

Zur Wägung stellte man die Apparate in zwei gleich schwere (86.650 *g*) Stative aus polirtem Messing, wodurch die Schalenbelastung auf etwa 466.8 *g* stieg.

Zur Stromerzeugung diente ein zweipoliger Gleichstrommotor, von dessen Überwicklung zwei Punkte mit zwei Schleifringen verbunden waren, an denen der Wechselstrom abgenommen wurde; die Zahl der Umdrehungen betrug etwa 1500 pro Minute. Die Stromintensität reducirte man stets auf 3 Amp.

Der Vorgang, welcher sich bei der Einwirkung des Wechselstroms auf eine etwas freies Jod enthaltende Lösung von Jodcadmium abspielt, besteht darin, dass das Cadmium als complexes Jodid in der Flüssigkeit bleibt, während ein Theil des Jods an beiden Elektroden abwechselnd aus dem ionisirten Zustand in den metalloiden, und umgekehrt, übergeht. Hiermit ist möglicherweise eine beträchtliche Erschütterung des Jodatoms verbunden. Da ein Strom von 1 Amp. in 1 Stunde 4.025 *g* Ag = 4.731 *g* Jod abscheidet, so muss der Vorgang bei 3 Amp. und 40stündiger Einwirkung, welche Verhältnisse bei den folgenden Versuchen in Anwendung kamen, sich auf 567.7 *g* Jod erstreckt haben.

Bei den ersten Versuchen zeigte der dem Wechselstrom 40 Stunden lang ausgesetzte Apparat *B* eine Gewichtsverminderung von 0.069 *mg* und nach abermals 40 Stunden noch eine weitere Abnahme um 0.027 *mg*. Es lag jedoch der Verdacht vor, dass diese Änderungen hervorgebracht sein konnten durch die Verminderung der Wasserhaut an der Aussen-

fläche des Gefässes, indem bei der Elektrolyse die Temperatur bis etwa 30° oder 35° stieg. Die beiden Gefässe waren nämlich nach ihrer Herstellung nicht mit verdünnter Schwefelsäure behandelt worden, wie es sonst bei allen anderen Apparaten geschah, und die Wasserhaut konnte demnach beträchtlich sein. Es wurden nunmehr die Gefässe eine Woche lang in 12 procentige Schwefelsäure gelegt, hierauf einige Tage in verdünntes wässeriges Ammoniak und zuletzt längere Zeit unter einer Glocke neben Chlorcalcium stehen gelassen.

Jetzt zeigte die Gewichtsdifferenz $A-B$ der beiden Apparate, nachdem A 40 Stunden (erst 30 Stunden, dann nach 14stündiger Unterbrechung nochmals 10 Stunden) der Einwirkung des Wechselstromes (3 Amp.) ausgesetzt worden war, folgende Werthe, welche das Mittel aus 4 Einzelwägungen darstellen:

Zeit der Ausführung		$A-B$	Mittlerer Wägungsfehler
1906 Jan.	Vor der Elektrolyse	3.145	±0.004 *mg*
» »	Nach » »	3.141	±0.005 »
	Änderung:	0.004	±0.009 »

Somit hat die Wechselstromanalyse keine Gewichtsänderung hervorgebracht, denn die aufgetretene Differenz von 0.004 *mg* ist so klein, dass sie in die Wägungsfehler fällt. Die Besprechung dieses Resultats erfolgt im letzten Capitel der Abhandlung.

III. Lösungsvorgänge.

Hr. Heydweiller hatte bei seinen Versuchen gefunden, dass beim blossen Lösen von Kupfervitriol in Wasser Gewichtsverminderung eintrat, besonders wenn kleine Mengen Schwefelsäure zugesetzt wurden. Die betreffenden Beobachtungen sind in der früher (siehe Einleitung) gegebenen Tabelle mitgetheilt, aus derselben ist ersichtlich, dass in 5 Fällen Abnahme im Betrage von 0.029—0.126 *mg* stattfand, und nur in einem Falle eine innerhalb der Fehlergrenze liegende Zunahme.

Meine Versuche erstrecken sich auf den Lösungsprocess von Chlorammonium, Bromkalium und Uranylnitrat, wobei das Gewichtsverhältniss zwischen Salz und Wasser immer so bemessen wurde, dass bei gewöhnlicher Temperatur vollständige Lösung der erstern erfolgte. Die Resultate, welche wenig untereinander übereinstimmen, sind in folgender Tabelle enthalten.[1]

[1] In die Tabelle ist ferner noch ein alter, in meiner ersten Abhandlung beschriebener Versuch mit Chloralhydrat aufgenommen.

Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Angewandtes Salz	Angewandtes Wasser	Salzgehalt der Lösung	Gefäss	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler
				Chlorammonium.				
1	1902	∩-Röhren. Altes	37.5 *g*	150.0 *g*	20.0 Proc.	*A*	−0.024 *mg*	±0.019 *mg*
2	November	Thüringer Glas				*B*	−0.002	0.006
3	1902	O-Gefässe mit	23.7	131.6	15.25	*A*	+0.008	0.006
4	Mai-Juni	Vacuummantel				*B*	+0.005	0.009
5	1902	∩ Jenaer	44.0	115.4	27.0	*A*	+0.078 ?	0.009
6	Juni	Gerätheglas	"	"	"	*B*	+0.017	0.010
7	1903	∩-Quarzgefässe.	60.0	100.0	27.3	*A*	−0.008	0.008
8	Juni-Juli	Harzverschluss	"		"	*B*	+0.019	0.014
9	1903 November	ebenso	51.0	134.0	27.6	*B*	−0.033	0.010
				Bromkalium.				
1	1902 Februar	∩ Jenaer Gerätheglas	72.5	145.0	33.3	*A*	−0.038	0.007
				Uranylnitrat + 6 aq.				
1	1905	∩ Jenaer	136.0	136.0	50.0	*A*	+0.009	0.014
2	Juni	Gerätheglas	"	"	"	*B*	−0.010	0.013
3	1905 Juli	ebenso	136.0	136.0	50.0	*B*	−0.004	0.017
				Chloralhydrat.				
1	1891 April	∩ Thüringer Glas	312.0	104.0	75.0	*A*	−0.003	0.013

Die 9 Versuche mit Chlorammonium lassen schliessen, dass der Lösungsvorgang dieses Salzes mit keiner Gewichtsänderung verbunden ist. Es traten sowohl Zunahmen wie Abnahmen ein, welche in 7 Fällen unter der Fehlergrenze von 0.03 *mg* liegen. Die wiederholt erhaltenen Vermehrungen, besonders die bedeutende bei Nr. 5, können davon herrühren, dass durch die Abkühlung, welche das Gefäss beim Lösungsprocess erfährt, eine erhebliche Verstärkung der Wasserhaut an der äusseren Glasfläche stattfand, die vielleicht nicht immer vollständig zurükging.

Die Gewichtsänderung bei Bromkalium übersteigt sehr wenig die Fehlergrenze, und bei Uranylnitrat sowie Chloralhydrat kann eine völlige Constanz des Gewichtes behauptet werden.

Kupfersulfatlösung und Alkohol.

Im Anschluss an die obigen Versuche habe ich noch den Fall geprüft, wo die Ionen eines Salzes aus der Lösung verschwinden. In den einen Schenkel der ∩-Röhren wurden 116.5 *g* absoluter Alkohol, in den andern

107.8 *g* Kupfervitriollösung, enthaltend 25.0 *g* $CuSO_4 + 5H_2O$ nebst 8.7 *g* Paraffinöl eingefüllt. Wie ein besonderer Versuch zeigte, werden beim Mischen dieser Flüssigkeiten 24.75 *g* $CuSO_4 + 5H_2O$ = 99 Procent krystallinisch ausgefällt.

Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefässe	Abgeschiedenes $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Gefäss	Beobachtete Gewichts-änderung	Wägungs-fehler
1	1902	⋂ Jenaer	24.75 *g*	*A*	—0.017 *mg*	±0.009 *mg*
2	Jan.-Febr.	Gerätheglas		*B*	+0.010	0.012

Die beiden Versuche zeigen, dass beim Übergang eines dissociirten Salzes in den festen Zustand keine Gewichtsänderung eintritt, ebenso wenig wie dies auch bei der Spaltung in Ionen der Fall war.

Resultate.

1. Überblickt man die gesammte Zahl der erhaltenen Gewichtsänderungen, so fällt vor Allem auf, dass dieselben ganz überwiegend in Abnahmen bestehen; auch die neuen Versuche bieten im Allgemeinen wieder dasselbe Bild, wie meine frühern sowie die von Heydweiller ausgeführten. Es sind angestellt worden:

1. von mir:	54 Vers.,	wovon 42 mit —,	12 mit +	Änderung,
2. von Heydweiller:	21 » ,	» 19 » —,	2 » +	» .

Im Ganzen haben also von 75 Versuchen, welche sich auf 14 verschiedene Reactionen erstrecken, 61, entsprechend 81 Procent eine Gewichtsabnahme ergeben. Diese Erscheinung kann im Hinblick auf die Versuche mit indifferenten Substanzen, wo die erhaltenen + und — Änderungen (8 und 11) fast völlig gleich waren, nicht auf Beobachtungsfehlern beruhen.

2. Die verschiedenen Reactionen gaben sehr ungleich starke Verminderungen. Bezüglich meiner Versuche zeigten sich:

a) Starke Abnahmen bei den Reactionen:

1. Silbersulfat oder Nitrat und Ferrosulfat (—0.068 bis —0.199 *mg* bei 9 Versuchen);
2. Jodsäure und Jodwasserstoff (—0.047 bis —0.177 *mg* bei 9 Versuchen).

b) Schwache, den Versuchsfehler von 0.03 *mg* kaum übersteigende oder darunter befindliche Änderungen traten auf bei den Umsetzungen zwischen:

1. Eisen und Kupfersulfat (—0.004 bis —0.041 *mg*);
2. Goldchlorid und Ferrochlorid (—0.009 *mg*);

3. Jod und Natriumsulfit (— 0.021 und — 0.034 *mg* bei den 2 neuen Versuchen, während die 4 alten + und — Resultate ergeben hatten);
4. Uranylnitrat und Kaliumhydroxyd (+ 0.006 und + 0.002 *mg*);
5. Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd (+ 0.012 *mg*);
6. Chlorammonium und Wasser (— 0.002 bis — 0.033 *mg* und + 0.005 bis + 0.019 *mg*);
7. Bromkalium und Wasser (— 0.038 *mg*);
8. Uranylnitrat und Wasser (— 0.004, — 0.010 und + 0.009 *mg*);
9. Chloralhydrat und Wasser (— 0.003 *mg*);
10. Kupfersulfatlösung und Alkohol (— 0.017 und + 0.016 *mg*).

Heydweiller hatte erhalten:

a) Starke Gewichtsverminderungen:

1. Bei der Reaction zwischen Eisen und saurer oder alkalischer Kupfersulfatlösung (— 0.097 bis — 0.217 *mg*);
2. beim Lösen von Kupfervitriol in schwefelsäurehaltigem Wasser (— 0.072 bis — 0.126 *mg*);
3. beim Mischen von Kupfersulfatlösung und Kalilauge (— 0.045 bis — 0.092 *mg*).

b) Schwache unterhalb des Versuchsfehlers von 0.04 *mg* liegende Abnahmen bei:

1. der Neutralisation von Essigsäure mit Ammoniak (— 0.026 und — 0.034 *mg*);
2. der Umsetzung zwischen Baryumchlorid und Schwefelsäure (— 0.016 *mg*).

3. Wenn bei den Reactionen eine Gewichtsvermehrung eintrat, so war dieselbe immer nur von geringerer Grösse (+ 0.002 bis + 0.019 *mg*) und innerhalb der Versuchsfehler (0.03 *mg*) liegend. Es stellt daher die Gewichtsabnahme die normale Erscheinung dar, und man wird in den Fällen, wo jene nur klein war, nicht mit Sicherheit den Schluss ziehen können, dass das Gewicht völlig constant geblieben sei.

4. Ein Zusammenhang der Gewichtsänderung mit dem Auftreten oder Verschwinden von Elektronen hat sich nicht zu erkennen gegeben. Siehe die in Cap. III angegebenen Versuche.

5. Es fragt sich nun, wie die Gewichtsabnahmen sich erklären lassen. Man kann erstens den Verdacht aussprechen, dass immerhin noch eine äussere bis jetzt nicht aufgefundene Ursache vorliegt, aber bei der Sorgfalt, mit welcher alle Möglichkeiten untersucht worden

sind, dürfte diese Ansicht wenig Wahrscheinlichkeit haben. Dagegen deutet der Umstand, dass die Änderung nur bei gewissen Reactionen, wie der Reduction von Silber und Jod, in starkem Grade auftritt, und bei andern gering ist oder ganz ausbleibt, entschieden auf eine Beziehung zu dem chemischen Vorgang.

Da die Erklärung derartig sein muss, dass sie nur Gewichtsabnahmen und niemals Vermehrungen voraussetzen lässt, scheint keine andere Hypothese übrig zu bleiben, als die schon in der Einleitung erwähnte, nach welcher die Erscheinung auf dem Ablösen kleiner Massetheilchen aus den chemischen Atomen beruhen soll. Bei den radioactiven Elementen nimmt bekanntlich die von Rutherford und Soddy aufgestellte und wohlbegründete Hypothese an, dass die Ursache ihrer Umwandlungen in einem stufenweisen Zerfall der Atome beruhe, welcher sich aber nur auf einen geringen Bruchtheil der Gesammtmasse erstreckt und freiwillig eintritt. Finden chemische Reactionen zwischen zwei Substanzen statt, so dürfte die Vorstellung, dass in Folge der starken Erschütterung, welche die Atome erleiden, auch hier ein kleiner Theil ihrer Masse absplittert, nicht als unmöglich erscheinen. Dies besonders im Hinblick auf die beträchtliche Abnahme der potentiellen Atomenergie, welche bei von selbst erfolgenden und unter starker Wärmeentwickelung verlaufenden Umsetzungen stattfindet. Ob dabei ein weitgehender Zerfall weniger Atome stattfindet, wie bei den radioactiven Substanzen, oder ob alle betheiligten Atome einen kleinen Verlust erleiden, bleibt unentschieden. Aber auch in dem letztern Falle wäre es denkbar, dass die angegriffenen Atome, indem sie nur eine minimale Änderung ihrer Zusammensetzung erfuhren, doch im Wesentlichen ihre ursprünglichen Eigenschaften noch beibehalten haben. Welcher Art endlich die abgelösten Atombruchstücke sind, muss dahingestellt bleiben. Elektronen scheinen bei chemischen Umsetzungen nicht frei zu werden, wenigstens fand Martinelli[1], dass beim Auflösen von Kupfersulfat in schwefelsäurehaltigem Wasser, oder von Kaliumbichromat in Wasser, sowie bei der Reduction von Silbersulfat durch Ferrosulfat keine Ionisirung der die Substanzen umgebenden Luft bemerkbar ist. Dieselbe Beobachtung machte M. R. Campbell.[2]

Mit der Ansicht vom partiellen Atomzerfall stimmt bis jetzt nicht überein die Beobachtung, dass bei der Elektrolyse einer Jodcadmiumlösung mittels Wechselstroms keine Gewichtsabnahme auftrat, trotzdem der Vorgang der abwechselnden Bindung und Abtrennung von Elek-

[1] Atti R. Acad. dei Lincei [5] 13 II. 217 (1904). — Chem. Centralbl. 1904 II, 1096.

[2] Phil. Mag. [6] 9. 545 (1905). — König. Beibl. 1905. 1070.

tronen am Jodatom sich auf etwa 568 *g* Jod erstreckt hatte. Doch bleibt es immerhin denkbar, dass diese Reaction, obgleich sie mit einer erheblichen Änderung der Eigenschaften des Elements verbunden ist, doch keine so heftige Erschütterung des Jodatoms verursacht, wie die Umsetzung zwischen Jodsäure und Jodwasserstoff, wo aus dem ersten Körper 3 At. O und 1 At. H. aus dem zweiten 1 At. H vom Jod abgerissen wird. — Ferner ist es vielleicht möglich, dass bei dem Versuch der Stromwechsel im Verhältniss zur Zeitdauer der Reaction zu rasch erfolgte: hierüber würde eine Wiederholung mit einem in geeigneten Intervallen commutirten Gleichstrom entscheiden können.

Schliesslich kommt noch folgender Punkt zur Erwägung: Die Gewichtsverminderungen bei den Reactionen werden stets nur dann erklärlich sein, wenn man annimmt, dass ein Theil der Masse durch die Wandung des Glasgefässes austritt. Die Möglichkeit hiervon ist wegen der Unkenntniss der durchgehenden Theilchen schwer zu beurtheilen, doch lässt sich wohl vermuthen, dass ihre Grösse, da sie Atombruchstücke sind, weit unter derjenigen gewöhnlicher Moleküle bleibt. Immerhin kann daran erinnert werden, dass Kohlendioxyd langsam durch Glas hindurchwandert (Bunsen[1]), ferner letzteres, freilich erst bei Temperaturen von etwa 600° an, für Wasserstoff sowie Luft in nicht unerheblichem Grade durchlässig ist (Berthelot[2] u. A.), ebenso glühende Quarzwände für Helium (Jaquerod und Perrot[3]). Ferner scheint Helium schon bei gewöhnlicher Temperatur in Glas einzudringen, und zwar in verschieden starkem Grade (Ramsay und Soddy[4]). Anderseits sind Glasröhren von 8 *mm* Durchmesser und 1.5 *mm* Wandstärke für Wasserstoff von 40—126 Atm. Druck völlig dicht befunden worden (Quincke[5]). — Wenn ein Durchgang stattfindet, muss die Beschaffenheit der Glaswandung unzweifelhaft Einfluss besitzen. Dafür spricht bereits die bei der Reaction zwischen Silbersalzen und Ferrosulfat gemachte Erfahrung, dass die Gewichtsabnahme fast völlig ausblieb, als die Innenseite der Gefässe behufs Dichtung mit einer Schicht von Paraffin überzogen wurde (Vers. 7, 8 und 12, 13). Die Dicke der Wandung sowie die Zusammensetzung des Glases werden in Betracht kommen, und es ist künftig eine besondere Versuchsweise nöthig, bei welcher ein und dieselbe Reaction in Glasgefässen von sehr abweichender Beschaffenheit geprüft wird. Die Nichtübereinstimmung der Resultate, welche sich bei Ausführung der nämlichen

[1] Wied. Ann. 20. 558 (1883).
[2] Compt. rend. 140. 817. 821. 1253 (1905).
[3] Compt. rend. 139. 789 (1904).
[4] Zeitschr. f. physik. Chem. 48. 693 (1904).
[5] Pogg. Ann. 160. 118 (1877).

Reaction (z. B. Eisen- und Kupfersulfat) durch verschiedene Beobachter gezeigt hat, dürfte vielleicht in der Ungleichheit der Gläser ihren Grund haben.

Gegenwärtig bin ich genöthigt, die Versuche zu unterbrechen und die bisher gemachten Beobachtungen in dieser noch unfertigen Form zu veröffentlichen. Künftig hoffe ich in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, welche mir in sehr dankenswerther Weise Unterkunft gewähren wird, die Arbeit fortsetzen zu können.

Ausgegeben am 22. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Koser las »Über handschriftliche Bemerkungen Voltaire's zu den Œuvres du philosophe de Sanssouci«.

In dem Handexemplar Friedrich's des Grossen von der dreibändigen Originalauflage (1750) der Œuvres du philosophe de Sanssouci sind Bd. II und III Blatt für Blatt mit eigenhändigen Randbemerkungen Voltaire's versehen. Der Vortragende kennzeichnete diese Glossen nach ihren verschiedenen Gegenständen (Grammatik, Versbau und Reim, Sprachgebrauch, Scheidung des poetischen und prosaischen Ausdrucks, des getragenen und des komisch-niederen Stils, Wahl der Epitheta und Metaphern und der mythologischen Staffage, Sachkritik) und erörterte ihr Verhältniss zu dem Texte des 1752 veranstalteten Neudrucks des zweiten Bandes.

Ausgegeben am 1. März.

1906.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Möbius las über die Frage: Können die Thiere Schönheit wahrnehmen und empfinden?

Um sich die auffallende Schönheit männlicher Vögel, Insecten und anderer Thiere im Vergleich mit ihren nicht schönen Weibchen zu erklären, hat Ch. Darwin angenommen, dass von den Weibchen die schönsten Männchen zur Paarung ausgewählt werden. Dieser Ansicht gegenüber wird auseinandergesetzt, dass wir den Thieren nach ihren sonstigen psychischen Eigenschaften ästhetischen Geschmack nicht zuschreiben dürfen. Sie können wohl verschiedene Farben, Formen und Bewegungen genau unterscheiden, sind aber nicht fähig, das darin erscheinende Gesetzmässige, worauf gerade die Schönheit beruht, wahrzunehmen.

Können die Tiere Schönheit wahrnehmen und empfinden?

Von K. Möbius.

Für jemand, der nach den Gründen sucht, warum wir viele Tiere schön finden, manche nicht schön oder häßlich, liegt es nahe, zu fragen, ob auch die Tiere fähig sind, das Schöne in ihrer Umgebung wahrzunehmen. Einer der größten Biologen des 19. Jahrhunderts, Ch. Darwin, bejaht diese Frage in einer seiner inhaltreichsten und anziehendsten Schriften, in dem zweibändigen 1871 erschienenen Werke: Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Hier sagt er: »Das Gefühl für Schönheit ist für ein dem Menschen eigentümliches erklärt worden. Wenn wir aber sehen, wie männliche Vögel mit Vorbedacht ihr Gefieder und dessen prächtige Farben vor dem Weibchen entfalten, während andere nicht in derselben Weise geschmückte Vögel keine solche Vorstellung geben können, so läßt sich unmöglich zweifeln, daß die Weibchen die Schönheit ihrer männlichen Genossen bewundern.«[1]

»Geschlechtliche Zuchtwahl setzt voraus, daß die anziehenden Insekten von dem andern Geschlecht vorgezogen werden, und da es bei den Insekten, wenn die Geschlechter voneinander abweichen, das Männchen ist, welches mit seltenen Ausnahmen am meisten geziert ist und welches am meisten von dem Typus, zu welchem die Art gehört, abweicht, und da es das Männchen ist, welches begierig das Weibchen aufsucht, so müssen wir annehmen, daß gewöhnlich oder gelegentlich das Weibchen die schöneren Männchen vorzieht und daß diese hierdurch ihre Schönheit erlangt haben.«[2]

»Die Männchen der Vögel entfalten ihre Reize mit ausgesuchter Sorgfalt und zu ihrer besten Wirkung; und dies geschieht in Gegenwart der Weibchen. Anzunehmen, daß die Weib-

---

[1] Charles Darwin, Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart 1871. I. S. 53. Besonders beachtenswerte Worte sind hier erst gesperrt gedruckt worden.

[2] A. a. O. I. S. 375.

chen die Schönheit der Männchen nicht würdigen, hieße der Meinung sein, daß ihre glänzenden Dekorationen, alle ihre Pracht und Entfaltung nutzlos sind: und dies ist nicht glaublich. Vögel haben ein feines Unterscheidungsvermögen, und in einigen wenigen Fällen läßt sich zeigen, daß sie einen Geschmack für das Schöne haben.«[1]

»Der männliche Argusfasan erlangte seine Schönheit allmählich, und zwar dadurch, daß die Weibchen viele Generationen hindurch die in höherm Grade geschmückten Männchen vorzogen, während die ästhetische Fähigkeit der Weibchen durch Übung und Gewohnheit in derselben Weise, wie unser Geschmack allmählich veredelt wird, allmählich fortgeschritten ist.«[2]

»Der Fall bei dem männlichen Argusfasan ist außerordentlich interessant, weil er einen guten Beleg dafür bietet, daß die raffinierteste Schönheit nur als Reizmittel für das Weibchen dienen kann und zu keinem andern Zweck.«[3]

»Obgleich viele Fasanen und verwandte hühnerartige Vögel sorgfältig ihr schönes Gefieder vor den Weibchen entfalten, so ist es doch merkwürdig, daß dies bei den trübe gefärbten Ohren- und Wallichschen Fasanen (*Crossoptilon auritum* und *Phasianus Wallichii*) nicht der Fall ist: es scheinen daher diese Vögel sich dessen bewußt zu sein, daß sie wenig Schönheit zu entfalten imstande sind.«[4]

»Ein jeder, welcher das Prinzip der Entwicklung annimmt und doch große Schwierigkeit empfindet, zuzugeben, daß weibliche Säugetiere, Vögel, Reptilien und Fische den hohen Grad von Geschmack erlangt haben, welcher wegen der Schönheit der Männchen vorauszusetzen ist und welcher im allgemeinen mit unserm eigenen Geschmack übereinstimmt, muß bedenken, daß in jedem Gliede der Wirbeltierreihe die Nervenzellen des Gehirns die direkten Abkömmlinge derjenigen sind, welche der gemeinsame Urerzeuger der ganzen Gruppe besessen hat.«[5]

In diesen Sätzen schreibt Darwin den Wirbeltieren und Insekten weit höhere geistige Fähigkeiten zu, als sie sonst durch ihr Verhalten infolge empfangener Sinnesreize zu erkennen geben.

Da wir uns in das Seelenleben der Tiere nur dadurch hineindenken können, daß wir ihnen ähnliche geistige Zustände zuschreiben, wie wir in uns selbst erleben, so hätte Darwin sich

---

[1] A. a. O. II, S. 205.
[2] A. a. O. II, S. 353.
[3] A. a. O. II, S. 79.
[4] A. a. O. II, S. 80.
[5] A. a. O. II, S. 353.

fragen und klar machen sollen, in welchem geistigen Zustande wir uns befinden, wenn wir eine von uns wahrgenommene Erscheinung schön finden, ehe er aus rein hypothetischen Gründen Tieren Wahrnehmung des Schönen und ästhetischen Geschmack zuschrieb. Das hat er nicht getan, und auch die besten mir bekannten Darsteller seiner Lehren haben diese wichtige Erörterung unterlassen.

Was nennen wir schön?

Nach Heyne ist das Wort schön eine passive Adjektivbildung von dem Verbum schauen[1]. Ursprünglich bezeichnet es auffallende Eigenschaften von Menschen, Tieren, Pflanzen und anderen sichtbaren Gegenständen; in weiterer Bedeutung wird es auch für gut, angenehm, behaglich, zierlich gebraucht und auch auf Empfindungen durch andere Sinne als durch das Auge bezogen. Man spricht von schöner Musik, schönem Geruch, schönem Geschmack einer Speise; in mehr vergeistigter Bedeutung von schönen Gedanken, schönen Taten.

Wenn Darwin von der Schönheit männlicher Tiere spricht, wenn er annimmt, daß die Weibchen die Schönheit ihrer männlichen Genossen bewundern und die schöneren Männchen zur Paarung vorziehen, so kann er den Begriff schön nur in der engeren ästhetischen Bedeutung auffassen. Das Schöne fällt auf, es versetzt den, der es sieht oder hört, in eine angenehme Stimmung, es gefällt ihm; es hat für ihn einen ihn fesselnden und beruhigenden Lustwert.

Unsere Freude am Schönen der Natur und Kunst entspringt aus Gesichts- und Gehörsempfindungen. Reizungen des Geruchs-, Geschmacks- und Tastsinnes können uns auch sehr angenehme Empfindungen bereiten, aber in rein ästhetische Stimmungen versetzen sie uns nicht. Wir fühlen sie stets deutlich an bestimmten Körperstellen. Wenn wir Schönes sehen, Schönes hören, haben wir keine wohligen Körpergefühle in den Augen und Ohren. Wahrnehmungen des Schönen durch diese Sinne sind weit mehr vergeistigt, als Geruchs-, Geschmacks- und Tastempfindungen.

Die Schönheit angeschauter Formen entspringt daraus, daß wir sie als ein von ihrer Umgebung abgesondertes Ganzes auffassen, welches Teile enthält, deren Zahl, Größe, Begrenzung und Anordnung die mühelose Erfassung des Ganzen erleichtern.

Die Schönheit der Farben hängt ab von ihrer Verteilung auf der betrachteten Körperform, von dem Grade ihrer Helligkeit und dem Verhalten der verschiedenen Farben zueinander; ob sie grell zusammentreffen, allmählich ineinander übergehen oder als Ergänzungsfarben angenehm zusammenstimmen.

---

[1] M. Heyne, Deutsches Wörterbuch, Leipzig 1890—1895, III, S. 455.

Bewegungen angeschauter Formen erscheinen uns schön, wenn sie sich regelmäßig wiederholen, wenn sie den Niederzug der Schwere überwinden oder ihm gesetzmäßig folgen.

Schönheit der Töne entspringt daraus, daß sie gesetzmäßig aufeinanderfolgen und zusammenklingen.

An und für sich sind Formen, Farben, Bewegungen und Töne nicht schön. Schönes hat außer seinem objektiven Inhalt stets auch noch subjektiven Wert. Es versetzt den, der es wahrnimmt, in einen angenehmen Bewußtseinszustand. Aus dem anschaulichen mühelosen Erkennen des Gesetzmäßigen in Formen, Farben, Bewegungen oder Tönen entspringt die Freude am Schönen, der ästhetische Genuß. Voll verwirklicht ist das Schöne erst in dem, der es empfindet und genießt. Nach der ersten Empfindung der schönen Erscheinung, die unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, erwarten wir ihre weitere gesetzmäßig fortgehende Wirkung; indem wir diese wahrnehmen, erleben wir die Harmonie unseres Empfindens und Denkens mit der schönen Wirklichkeit. Aus diesem Erlebnis entspringt der Schönheitsgenuß. In diesem Zustande haben wir den angeschauten schönen Gegenstand so völlig in uns vergeistigt, daß uns kein Verlangen, ihn noch anders zu benutzen oder noch weiter zu ergründen, als wir ihn schon kennen, von dem reinen ästhetischen Genusse ablenkt, ihn stört oder beunruhigt.

Sobald das Verlangen nach anderer Lust an dem angeschauten Gegenstande auftritt und Platz gewinnt, verschwindet der reine ästhetische Genuß an seiner Schönheit.

Dürfen wir aus dem Verhalten der Tiere gegen ihre Umgebung, gegen ihre Artgenossen, gegen uns schließen, daß sie ähnliche solche psychische Zustände erleben, wenn sie Formen, Farben und Bewegungen sehen oder Töne hören?

Die Augen und Ohren der Säugetiere und Vögel sind denen des Menschen so ähnlich gebaut, daß Licht- und Schallreize in ihnen sehr wahrscheinlich ähnliche Gesichts- und Gehörsempfindungen erregen, wie wir wahrnehmen, wenn wir dieselben Erscheinungen sehen und hören. Wir dürfen das aus den Bewegungen schließen, die sie auf bestimmte Licht- und Schallreize ausführen. Sie erkennen ihre Wohnstätten, ihre Nahrung an deren Gestalt, Farbe und Geruch, ihre Artgenossen und andere Tiere auch an ihren Bewegungen, also durch ganz bestimmte Sinnesreize, die von diesen Erscheinungen ausgehen.

Insekten werden durch die von ihrer Umgebung abweichenden Formen und Farben der Blumen gereizt, Honig in ihnen zu suchen. Auch alle anderen wirbellosen Tiere werden durch von außen kommende

Sinnesreize veranlaßt, ihre Bedürfnisse nach Nahrung und Zeugung erhaltungsmäßig zu befriedigen. Aus den Empfindungen und Gefühlen, die mit der Ausführung dieser wichtigen Lebenstätigkeiten der Tiere verbunden sind, besteht der ganze Inhalt ihres Selbstgefühls, ihres Lebensgenusses.

Helle Farben von Blumen, von Früchten und Beutetieren reizen sehende Tiere, die nach ihnen suchen, um ihr Nahrungsbedürfnis zu befriedigen, offenbar stärker als dunklere und mattere Farben.

Die Raubtiere suchen die von ihnen erblickten Beutetiere möglichst schnell zu bewältigen. Die Pflanzenfresser reißen Früchte, Blätter und andere Pflanzenteile ab und verschlingen sie. Die honigsuchenden Insekten kriechen schnell in die Blumen hinein zu den Nektarien. Keins dieser Tiere benimmt sich so, daß wir annehmen dürfen, der Anblick der Formen und Farben ihrer Nahrungsmittel fessele ihre Aufmerksamkeit und gefalle ihnen als etwas Schönes. Die sie anlockenden Formen, Farben und Bewegungen können ihnen kein ästhetisches Wohlgefallen bereiten, weil sie unfähig sind, das Gesetzmäßige in den Naturerscheinungen wahrzunehmen.

Aus dem wiederholten Erleben von Tag und Nacht, von Sommer und Winter schließt kein Tier auf die regelmäßige Wiederkehr der Tages- und Jahreszeiten, auch solche Tiere nicht, die Nahrungsvorräte einsammeln, wie z. B. die Bienen und Hamster, wenn sie durch vorhandenen Überfluß von Nährstoffen gereizt werden, mehr davon anzuhäufen, als sie zur Zeit verbrauchen können. Daß sie später die neben ihnen liegenden Vorräte verzehren, wenn sie in ihrer Umgebung keine Nahrung finden, ist ein sehr natürlicher Vorgang: sie wußten aber nicht voraus, daß diese später dazu dienen sollten, sie vor dem Verhungern zu schützen.

Auch die Zugvögel werden nicht durch die Kenntnis des gesetzmäßigen Wechsels der nahrungsreichen und der nahrungsarmen Jahreszeiten veranlaßt, aus dem einen Teile ihrer großen Wohngebiete in den andern zu wandern, sondern stets nur durch klimatische Veränderungen in ihrer Umgebung, also durch Wahrnehmung gegenwärtiger Naturerscheinungen, nicht durch Vorauswissen oder Vorausfühlen zukünftiger Zustände in den entfernten Teilen ihres großen Wohngebietes.

Eine große Zahl Störche, Kiebitze, Lerchen, Bachstelzen, Stare und Steinschmätzer, die aus dem wärmern Süden in Pommern angekommen waren, gingen infolge ungewöhnlich später Schneefälle vom 7. bis zum 6. April 1837 zugrunde.[1] Sie mußten verhungern, weil sie keine Nahrung

[1] E. F. v. Homeyer, Die Wanderungen der Vögel. Leipzig 1881. S. 210.

fanden. Wenn sie den Schneefall vorausgesehen, vorausgefühlt hätten, so würden sie länger in südlicheren schneefreien Gegenden geblieben sein.

Daß nordeuropäische Zugvögel ihre Wohnungen, ihre Geburtsstätten wiederfinden, müssen wir uns dadurch erklären, daß sie durch gegenwärtige Sinnesreize an frühere ähnliche Sinnesreize erinnert werden. Indem Erinnerungen an früher Wahrgenommenes in ihnen auftauchen, machen sie Erfahrungen und benehmen sich diesen gemäß bei der Befriedigung ihrer Bedürfnisse. Der Anblick der Berge, Wälder, Wiesenflächen, Flüsse, Seen, Meere, über welche sie in der Herbstwanderung nach Süden hinweggeflogen sind, leitet sie gleich einem Ariadnefaden nach ihrer nordischen Heimat zurück.

Die Tiere wissen nicht, daß sie durch die Befriedigung ihres Hungers und Durstes ihr Leben erhalten. Jede Kenntnis des hohen Wertes ihrer geschlechtlichen Vereinigung fehlt ihnen. Die Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische, welche Nester für ihre Brut bauen, diese nähren und schützen, wissen nicht, daß diese Tätigkeiten, denen sie sich ganz hingeben, die wichtige Folge ihrer vorher ausgeführten Begattung sind.

Das ganze psychische Verhalten der Wirbeltiere bis zu den hochausgebildeten Säugetieren und Vögeln hinauf steht also im Widerspruch mit der Meinung Darwins, daß die Männchen ihre Reize mit ausgesuchter Sorgfalt und zu ihrer besten Wirkung entfalten, und daß die Weibchen von den sie umwerbenden Männchen die in höherm Grade geschmückten zur Paarung auswählen. Er traut den Tieren Einsichten in die Ursachen und Folgen ihres Empfindens und Tuns zu, deren sie nicht fähig sind.

Lebende Wesen, die ihre Schönheit, ihre Reize mit ausgesuchter Sorgfalt entfalten sollen, müssen diese kennen. Darwin sagt aber nichts darüber, auf welche Weise schöne Männchen Kenntnis von ihrer eigenen Schönheit erlangen könnten. Schwerlich durch die Betrachtung und Bewunderung ihrer Spiegelbilder in ruhigen Wasserflächen. Auch nicht durch den Anblick anderer schöner Männchen ihrer Art, die mit ihnen als Nebenbuhler vor einem umworbenen Weibchen erscheinen. Denn die Gegenwart schöner Nebenbuhler versetzt sie nicht in ruhige Bewunderung ihrer auffallenden Stellungen und Farben, sondern erfüllt sie mit Abscheu, Haß und Kampflust.

Die auffallenden Farben, Stellungen und Bewegungen männlicher Tiere in der Paarungszeit sind lediglich der Ausdruck lebhafter Haut- und Muskeltätigkeit und behaglichen Kraftgefühls, das ihren ganzen Körper in der Zeit geschlechtlicher Erregung durchdringt.

Wiederholt hat man beobachtet, daß gefangene Vogelmännchen balzen, ohne daß Weibchen gegenwärtig sind. Zwei männliche Paradies-

vögel der Spezies *Paradisea apoda* L. von den Aru-Inseln, die im Herbst 1905 in großen Glaskäfigen des Zoologischen Gartens in Berlin zu sehen waren, entfalteten ihre Reize, obgleich keine Weibchen zugegen waren. Ebenso verhielten sich früher daselbst auch unbeweibte männliche Büffelweber *Textor albirostris* Sws. und Seidenstare *Poliopsar sericeus* Gm.

Die Stute gibt sich dem Hengste nicht hin aus Wohlgefallen an seiner schönen Gestalt und Farbe, sondern infolge des vollkräftigen Zustandes ihrer Geschlechtsorgane und des dadurch erweckten Paarungsbedürfnisses, das freilich durch den Geruch, das Wiehern und den Anblick eines kraftvollen brünstigen Hengstes noch gesteigert werden wird.

Die Hirschkuh wird wahrscheinlich ein starker, laut schreiender Hirsch mit großem Geweih geschlechtlich mehr reizen als ein Hirsch mit dünnen Stangen und wenigen Enden. Da sie aber das Gesetzliche in der Geweihbildung nicht erkennt, so kann sie sich auch nicht darüber freuen, kann sie auch keine Vergleiche zwischen den verschiedenen Graden der Schönheit der sie umwerbenden Hirsche anstellen, um sich schließlich demjenigen hinzugeben, der sie ästhetisch am meisten befriedigt hat.

Der hochgehobene ausgebreitete Schwanz eines balzenden Pfauhahnes wird wahrscheinlich nicht nur der Pfauhenne, sondern auch anderen Tieren, die ihn erblicken, als etwas Ungewöhnliches auffallen; aber daß sie an der fächerförmig symmetrischen Stellung der Federn und der regelmäßigen Bildung und Anordnung der Augenflecken Gefallen haben könnten, wie wir, das dürfen wir ihren geistigen Fähigkeiten nicht zutrauen. Die Pfauhenne habe ich oft neben dem balzenden Hahn, gleichgültig gegen dessen Reize, nach Futter suchen und picken gesehen. Die uns entzückende Schönheit des Pfauenschwanzes hat für die Henne höchstens einen ähnlichen Reizwert wie der Duft des Moschusbocks für das weibliche Moschustier und der Bockgeruch für die Ziege. Die weiblichen Schmetterlinge werden ihre Männchen an deren Bewegungen, Farben und Düften erkennen. Die von diesen verschiedenen männlichen Eigenschaften ausgehenden Sinnesreize werden wahrscheinlich ihr geschlechtliches Lustgefühl steigern, aber ihnen keinen ästhetischen Genuß bereiten, der sie bestimmen könnte, sich endlich dem schönsten Männchen zu überlassen.

Nach den Beobachtungen von Schilde gelangen die prächtigen Männchen der sogenannten Feuerfalter: *Polyommatus virgaureae, alciphron, hippothoë*, der Schillerfalter: *Apatura iris, ilia*, des Aurorafalters *Anthocharis cardamines*, gewöhnlich mehr oder weniger abgeflogen, beschädigt und unscheinbar, zur Kopulation mit ihren, später

als sie der Puppe entsteigenden Weibchen.[1] Die schönen Farben und Zeichnungen und der prachtvolle Glanz der Flügel männlicher Schmetterlinge können also für die Weibchen nicht den hohen Reizwert haben, welchen ihnen Darwin zuschreibt.

A. R. Wallace, der ausgezeichnete Mitbegründer der Abstammungslehre, prüft und beurteilt in dem zehnten Kapitel seiner Schrift: »Darwinism« die Hypothese der geschlechtlichen Zuchtwahl und kommt zu dem Schlusse, »daß wir keinen Grund haben, weiblichen Vögeln Geschmack für feine Unterschiede in der Form, Farbe und Zeichnungen ihrer Männchen zuzuschreiben. Die uns schön erscheinenden Eigenschaften derselben seien der äußere Ausdruck ihrer Reife und Kraft. Wenn die schönsten Männchen nicht auch die gesündesten und kräftigsten seien, so wären sie sicherlich auch nicht am meisten geeignet, ihre Eigenschaften zu vererben. Die Theorie der weiblichen Auslese habe die Aufmerksamkeit auf ein höchst merkwürdiges und anregendes Gebiet von Erscheinungen hingelenkt; sie sei aber nicht länger haltbar.«[2]

Da wir jetzt wissen, daß die Farben und Zeichnungen der Schmetterlinge abgeändert werden durch die Beschaffenheit der Raupennahrung, durch die Wärmegrade und den Sauerstoffgehalt der Luft in der Umgebung der Raupen und Puppen während ihrer Entwickelung, so darf der Ausbildung schöner Schmetterlingsflügel durch sexuelle Zuchtwahl kein Einfluß mehr zugeschrieben werden.[3] Gegenüber den Einwirkungen der schwankenden äußeren Lebensbedingungen würde schwerlich auch der feinste ästhetische Geschmack der weiblichen Schmetterlinge bemerkbare Verschönerungen ihrer Männchen hervorbringen, auch dann nicht, wenn er in Hunderten von Generationen in gleicher Richtung tätig wäre.

Schon vor Wallace haben Wigand[4] und von Baer[5], nachher auch Weismann[6], Plate[7], Guenther[8] u. a. wichtige Gründe gegen die Hypo-

[1] Joh. Schilde, Berliner Entomologische Zeitschrift. Bd. 34. Berlin 1890. S. 171.

[2] A. R. Wallace, Darwinism. An exposition of the theorie of natural selection with some of its applications. London 1889. S. 294—295.

[3] Dr. M. Gräfin von Linden, Physiologische Untersuchungen an Schmetterlingen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 82, 1905, S. 411—444.

[4] A. Wigand, Der Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers. Braunschweig 1874. S. 150—186.

[5] K. E. von Baer, Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Petersburg 1876. S. 346—355.

[6] A. Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie. 2. Aufl. Jena 1904. S. 171—195.

[7] L. Plate, Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzips und die Probleme der Artbildung. 2. Aufl. Leipzig 1903. S. 106—139.

[8] K. Guenther, Zur geschlechtlichen Zuchtwahl. Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie. Jahrgang II. Berlin 1905. S. 321—335.

these der geschlechtlichen Zuchtwahl geltend gemacht. Keiner ihrer Darsteller und Beurteiler spricht sich aber klar und deutlich darüber aus, ob die Fähigkeit der Tiere, verschiedene Formen, Farben und Bewegungen wahrzunehmen und scharf zu unterscheiden, auch zugleich das Vermögen einschließe, deren Schönheit zu erkennen, daran Gefallen zu finden und diesem entsprechend zu handeln.

Ich habe versucht nachzuweisen, daß wir den Tieren das Vermögen, Schönheit wahrzunehmen, deshalb nicht zuschreiben dürfen, weil sie nicht imstande sind, das Gesetzmäßige in den auf sie einwirkenden Naturerscheinungen zu erkennen.

Unsere Kinder sind in ihren ersten Lebensjahren auch noch nicht fähig, in den von ihnen wahrgenommenen Farben, Formen und Bewegungen die Schönheit zu erkennen. In der ersten geistigen Auffassung dieser Erscheinungen verhalten sie sich nicht anders als die höheren Tiere. Sie entwickeln sich aber über diese notwendige grundlegende Vorstufe der Erkenntnis des Schönen hinaus, indem sie in der Gliederung der Gestalten, in der Anordnung und den Helligkeitsstufen der Farben und Zeichnungen, in der Richtung und Geschwindigkeit der Bewegungen das Gesetzmäßige anfangs nur dunkel und unklar, allmälig aber immer deutlicher wahrnehmen.

Viele Menschen bleiben immer auf einer kindlichen Stufe der Auffassung des Schönen stehen: den meisten kommt es niemals in den Sinn, nach den psychologischen Gründen ihrer Freude an dem Schönen zu fragen.

Ausgegeben am 1. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.

XI

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

1. Hr. LENZ las über die Entstehung der Promotionsbestimmungen der Berliner Universität und den Verlauf ihrer ersten Promotionen.

Den Anstoss zur Ausarbeitung der Promotionsbestimmungen gab ein Promemoria, welches SCHLEIERMACHER am 24. October 1810 ausarbeitete, in genauem Anschluss an seine »Gelegentlichen Gedanken über Universitäten«. Am 4. November wurde dies als ministerielle Verfügung der theologischen, der juristischen und der philosophischen Facultät vorgelegt. Die Gegenentwürfe der drei Facultäten, von denen die juristische und mehr noch die philosophische die Vorlage stark veränderten, wurden von der Regierung meist gebilligt und dienten bis zur Publication der Statuten (1817) zur Grundlage der Promotionen. Die medicinische Facultät erhielt in Folge ihrer besonderen Verhältnisse (Vorbildung ihrer Studenten und gesetzliche Promotion vor dem Staatsexamen) besondere Bestimmungen.

2. Die Akademie hat in der Sitzung am 15. Februar beschlossen, dem aus den Akademien und Gesellschaften der Wissenschaften zu Göttingen, Leipzig, München und Wien bestehenden Verbande deutscher wissenschaftlicher Körperschaften beizutreten.

Die Akademie hat Ihren Majestäten dem Kaiser und der Kaiserin zur Silbernen Hochzeit am 27. Februar eine Adresse durch die Secretare überreichen lassen, deren Wortlaut unten folgt.

Adresse zur Silbernen Hochzeit Ihrer Majestäten am 27. Februar 1906.

Allerdurchlauchtigster, Großmächtigster Kaiser und König, Allergnädigster Kaiser, König und Herr!

Allerdurchlauchtigste, Großmächtigste Kaiserin und Königin, Allergnädigste Kaiserin, Königin und Frau!

Ehrfurchtsvoll und in freudiger Bewegung zugleich bittet Euere Majestäten die Königliche Akademie der Wissenschaften, ihre treugehorsamsten Glückwünsche zum heutigen Tage aussprechen zu dürfen. Als die Akademie vor fünfundzwanzig Jahren sich glückwünschend nahte, richteten sich ihre Worte an den jugendlichen Prinzen des Hohenzollernhauses, auf den sich die Hoffnungen für die Zukunft Preußens und des Deutschen Reiches in weiter Ferne gründeten, und an die Tochter der Elbherzogtümer an seiner Seite, die ihm eben angetraute erlauchte Gemahlin im bräutlichen Schmucke. Heute kann sie ihre Wünsche einem der machtvollsten Herrscher der Welt, dem Deutschen Kaiser und König von Preußen, durch dessen hohes Walten alle jene Hoffnungen reich erfüllt sind, darbringen und seiner Kaiserlichen und Königlichen Gemahlin, der von allen verehrten hohen und edlen Frau, geschmückt mit dem Silberkranze.

Die Königliche Akademie mag es sich nicht versagen, vor allem derjenigen Empfindung Ausdruck zu geben, die sie am heutigen Tage besonders ergreift und beseelt — und nicht nur sie, sondern die ganze Welt —, der Empfindung, daß das deutsche Kaiserpaar in seinem Ehebunde vorbildlich dasteht vor allen! Wenn die Familie die Grundlage des Staates ist, so können wir für Preußen und Deutschland keinen glückverheißenderen Wunsch hegen als den, daß für alle Zukunft deren Familienbande dem hohen Bunde folgen, zu dessen erster Jubelfeier wir uns heute vereinigen.

Unsere Wünsche klangen vor fünfundzwanzig Jahren aus in die Worte: »So möge der junge Ehebund für Herd und Haus wie für Staat und Reich eine Quelle des Glückes und Segens werden, und Gott verleihe unsern treuen Segenswünschen die reichste Erfüllung!«

Buchstäblich, wir dürfen es in heller Freude sagen, ist dieser Wunsch in Erfüllung gegangen: Segen für Herd und Heim, für Staat und Reich ist Tag für Tag aus dem viertelhundertjährigen Bunde Euerer Majestäten hervorgegangen: sieben blühende Kinder, sechs Söhne und eine Tochter, schenkte des Himmels Gnade: schon im verwichenen Jahre konnten wir die Eueren Majestäten vor fünf Lustren gewidmeten Wünsche Ihren Kaiserlichen und Königlichen Hoheiten dem Kronprinzlichen Paare wiederholen und dürfen wiederum am heutigen Tage glückerfüllt bitten, Euere Kaiserliche Majestät wolle geruhen, uns zu gestatten, gleichzeitig Seiner Königlichen Hoheit dem Prinzen Eitel Friedrich und seiner hohen Gemahlin unsere Segenswünsche aussprechen zu dürfen.

Wenn dereinst — gnädig wolle es der Himmel gewähren! — Eueren Majestäten zum goldenen Hochzeitstage die Akademie ihre Glückwunschadresse überreicht, so werden zumeist andere Namen unterzeichnet stehen: aber wer immer die Männer sein werden, die unsere wissenschaftliche Anstalt dann verkörpern, die Akademie des großen Friedrich, die auch Euerer Majestät Königlicher Huld — und wiederum aus jüngster Zeit — so viel verdankt, daß Dero Allerhöchster Name für alle Zeiten mit ihr verknüpft bleibt, sie alle werden mit gleicher Ergebenheit und Treue wie wir heute vor Euerer Majestät Thron treten und mit derselben Herzenswärme rufen, wie wir: Gott erhalte, schütze und segne Euere Kaiserlichen und Königlichen Majestäten und das Kaiserliche und Königliche Haus immerdar!

Königliche Akademie der Wissenschaften.

Über das Nichtverschwinden einer Dirichletschen Reihe.

Von Prof. Dr. Edmund Landau
in Berlin

(Vorgelegt von Hrn. Schottky am 15. Februar 1906 [s. oben S. 247].)

Einleitung.

Bei Dirichlets berühmtem Beweise des Satzes von der arithmetischen Progression[1] besteht die Hauptschwierigkeit darin, zu zeigen, daß eine gewisse unendliche Reihe mit reellen Gliedern eine von Null verschiedene Summe besitzt. Es ist dies die Reihe

$$(1)\qquad \frac{\chi(1)}{1}+\frac{\chi(2)}{2}+\frac{\chi(3)}{3}+\ldots=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\chi(n)}{n},$$

in welcher für $(n, k) > 1$

$$\chi(n) = 0$$

ist und für $(n, k) = 1$ $\chi(n)$ einen vom Hauptcharakter verschiedenen reellen Charakter der Gruppe der zu k teilerfremden Restklassen modulo k bezeichnet.[2]

Dirichlet überwand jene Schwierigkeit auf dem Umwege über die Theorie der Klassenzahl binärer quadratischer Formen. Es sind später mehrere direkte Beweise[3] für das Nichtverschwinden der Reihe (1) gefunden worden; die einfachsten unter ihnen verdankt man den Herren Mertens[4] und de la Vallée Poussin[5]. Diese beiden Beweise beruhen

---

[1] »Beweis des Satzes, dass jede unbegrenzte arithmetische Progression, deren erstes Glied und Differenz ganze Zahlen ohne gemeinschaftlichen Factor sind, unendlich viele Primzahlen enthält«, Abhandlungen der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1837, S. 45—71; Werke, Band I, 1889, S. 313—342.

[2] (n, k) bezeichnet den größten gemeinsamen Teiler von n und k.

[3] Literaturangaben s. in meiner Arbeit »Über die Primzahlen einer arithmetischen Progression«, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. 112, Abt. 2a, 1903, S. 509.

[4] »Eine asymptotische Aufgabe«, ebenda, Bd. 108, Abt. 2a, 1899, S. 32—37.

[5] »Démonstration simplifiée du théorème de Dirichlet sur la progression arithmétique«, Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, Bd. 53, 1896, S. 24—29.

auf verschiedenen Grundlagen. Der MERTENSsche ist völlig elementar und gelangt durch geschicktes Rechnen mit endlichen Summen zum Ziel. Der DE LA VALLÉE POUSSINsche Beweis vermeidet Rechnungen fast völlig, setzt jedoch die Elemente der Theorie der Funktionen komplexen Argumentes als bekannt voraus.

Es ist mir nun gelungen, jeden dieser beiden Beweise noch zu vereinfachen. Ich will in § 1 des Folgenden diejenige elementare Beweisordnung angeben, auf welche mich das Studium der MERTENSschen Abhandlung geführt hat: in § 2 werde ich — teilweise im Anschluß an Herrn DE LA VALLÉE POUSSIN — den Satz mit funktionentheoretischen Hilfsmitteln auf möglichst einfachem Wege beweisen.

§ 1.

Die zahlentheoretische Funktion $\chi(n)$ hat die Eigenschaften:

1. Es ist für $(n, k) > 1$

$$\chi(n) = 0,$$

für $(n, k) = 1$

$$\chi(n) = 1 \text{ oder } -1.$$

2. Es ist

$$\chi(n_1 n_2) = \chi(n_1)\chi(n_2).$$

3. Es ist

(2) $$\sum_n \chi(n) = 0,$$

falls n ein vollständiges Restsystem modulo k durchläuft.

Aus (2) ergibt sich, wenn

$$\sum_{n=1}^{t} \chi(n) = S(t)$$

gesetzt wird, daß für alle t

(3) $$|S(t)| < k$$ [1]

ist.

Bekanntlich ist die unendliche Reihe

$$L = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\chi(n)}{n}$$

konvergent, wie aus der Gleichung

(4) $$\sum_{n=u}^{v} \frac{\chi(n)}{n} = \sum_{n=u}^{v} \frac{S(n) - S(n-1)}{n} = \sum_{n=u}^{v} S(n)\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) - \frac{S(u-1)}{u} + \frac{S(v)}{v+1}$$

[1] Übrigens ist $|S(t)| \leqq \frac{\varphi(k)}{2}$.

mit Rücksicht auf (3) folgt. Aus (3) und (4) entnimmt man die Restabschätzung

(5) $$\left|\sum_{n=u}^{v} \frac{\chi(n)}{n}\right| = \left|\sum_{n=u}^{v} S(n)\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) - \frac{S(u-1)}{u}\right| \leq \frac{2k}{u}.$$

Aus (3) folgt ferner in Verbindung mit der Identität

$$\sum_{n=1}^{t} n\chi(n) = \sum_{n=1}^{t} n(S(n) - S(n-1)) = \sum_{n=1}^{t-1} S(n)(n-(n+1)) + tS(t),$$

daß für alle $t \geq 1$

(6) $$\left|\sum_{n=1}^{t} n\chi(n)\right| \leq 2kt$$

ist.

Es werde

$$f(n) = \sum_{\nu|n} \chi(\nu)$$

gesetzt, wo ν alle Teiler von n durchläuft; dann ist für $(n_1, n_2) = 1$

$$f(n_1 n_2) = \sum_{\nu|n_1 n_2} \chi(\nu) = \sum_{\nu_1|n_1} \chi(\nu_1) \cdot \sum_{\nu_2|n_2} \chi(\nu_2) = f(n_1) f(n_2),$$

also, wenn $n = p_1^{\alpha_1} \ldots p_\lambda^{\alpha_\lambda}$ die Zerlegung von n in Primzahlpotenzen ist,

$$f(n) = f(p_1^{\alpha_1}) f(p_2^{\alpha_2}) \ldots f(p_\lambda^{\alpha_\lambda}).$$

Ferner ist für eine Primzahlpotenz

$$f(p^\alpha) = \chi(1) + \chi(p) + \ldots + \chi(p^\alpha),$$

also im Falle $(p, k) = p$

$$f(p^\alpha) = 1 + 0 + \ldots + 0 = 1$$

und für $(p, k) = 1$

$$f(p^\alpha) = 1 \pm 1 + 1 \pm 1 + \ldots + (\pm 1)^\alpha;$$

daher ist stets

$$f(p^\alpha) \geq 0$$

und für gerades α

$$f(p^\alpha) \geq 1.$$

Folglich ist stets

(7) $$f(n) \geq 0$$

und für alle quadratischen $n = m^2$

(8) $$f(n) = f(m^2) \geq 1.$$

Es werde nunmehr für $x \geq 1$

$$\Theta(x) = \sum_{n=1}^{x} 2(x-n) f(n)$$

gesetzt; dann ist[1] nach (7) und (8)

$$\Theta(x) \geq \sum_{m=1}^{\sqrt{x}} 2(x-m^2) \geq \sum_{m=1}^{\sqrt{\frac{x}{2}}} 2(x-m^2) \geq \sum_{m=1}^{\sqrt{\frac{x}{2}}} 2\left(x-\frac{x}{2}\right) = x\left[\sqrt{\frac{x}{2}}\right],$$

also für alle x von einer gewissen Stelle an[2]

$$(9) \qquad \Theta(x) > \frac{1}{2}x\sqrt{x}.$$

Andererseits ist

$$\Theta(x) = \sum_{n=1}^{x} 2(x-n)\sum_{\nu \mid n}\chi(\nu) = \sum 2(x-\lambda\nu)\chi(\nu),$$

wo λ, ν alle Paare positiver ganzer Zahlen durchlaufen, deren Produkt $\lambda\nu \leq x$ ist. Diese Paare zähle ich folgendermaßen[3] ab. Erstens durchlaufe λ die Werte $1, 2, \ldots, \left[x^{\frac{1}{3}}\right]$ und ν für jedes λ die Werte $1, 2, \ldots, \left[\frac{x}{\lambda}\right]$; zweitens sei $\nu = 1, 2, \ldots, \left[x^{\frac{2}{3}}\right]$ und entsprechend $\lambda = 1, 2, \ldots, \left[\frac{x}{\nu}\right]$; drittens sind die bisher doppelt berücksichtigten Paare in Abrechnung zu bringen, für welche $\lambda \leq \left[x^{\frac{1}{3}}\right]$ und $\nu \leq \left[x^{\frac{2}{3}}\right]$ ist. Hierdurch ergibt sich

$$(10) \qquad \Theta(x) = A + B - C,$$

wo

$$(11) \qquad A = \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}}\sum_{\nu=1}^{\frac{x}{\lambda}} 2(x-\lambda\nu)\chi(\nu), \qquad B = \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}}\sum_{\lambda=1}^{\frac{x}{\nu}} 2(x-\lambda\nu)\chi(\nu),$$

$$C = \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}}\sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} 2(x-\lambda\nu)\chi(\nu)$$

ist.

[1] Eine Summe mit nicht ganzzahligen Summationsgrenzen soll hier und im folgenden bedeuten, daß der Summationsbuchstabe alle dem betreffenden Intervall angehörigen ganzen Zahlen durchläuft.

[2] Z. B. ist für alle $x \geq 36$

$$\left[\sqrt{\frac{x}{2}}\right] > \sqrt{\frac{x}{2}} - 1 > \frac{2}{3}\sqrt{x} - 1 \geq \frac{1}{2}\sqrt{x}.$$

[3] Hierin liegt meine Vereinfachung des Mertensschen Beweises, an welchen ich mich bisher angeschlossen habe.

Unter Benutzung von (3) und (6) erhält man

$$(12)\quad A = \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}} \left(2x \sum_{\nu=1}^{\frac{x}{\lambda}} \chi(\nu) - 2\lambda \sum_{\nu=1}^{\frac{x}{\lambda}} \nu\chi(\nu) \right) < \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}} \left(2kx + 2\lambda \cdot 2k \left[\frac{x}{\lambda} \right] \right)$$

$$\leqq \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}} 6kx = 6kx \left[x^{\frac{1}{3}} \right] \leqq 6kx^{\frac{4}{3}}.$$

Ferner ist

$$B = \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) \sum_{\lambda=1}^{\frac{x}{\nu}} (2x - 2\lambda\nu) = \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) \left(2x \left[\frac{x}{\nu} \right] - \nu \left[\frac{x}{\nu} \right]^2 - \nu \left[\frac{x}{\nu} \right] \right),$$

also, wenn

$$\left[\frac{x}{\nu} \right] = \frac{x}{\nu} - \vartheta \qquad (0 \leqq \vartheta < 1)$$

gesetzt wird,

$$B = \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) \left(2x \left(\frac{x}{\nu} - \vartheta \right) - \nu \left(\frac{x^2}{\nu^2} - \frac{2x\vartheta}{\nu} + \vartheta^2 \right) - \nu \left(\frac{x}{\nu} - \vartheta \right) \right)$$

$$= \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) \left(\frac{x^2}{\nu} - x + \nu(\vartheta - \vartheta^2) \right) = x^2 \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \frac{\chi(\nu)}{\nu} - x \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) + \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu)\nu(\vartheta - \vartheta^2)$$

$$= Lx^2 - x^2 \sum_{\nu=\left[x^{\frac{2}{3}}\right]+1}^{\infty} \frac{\chi(\nu)}{\nu} - x \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) + \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu)\nu(\vartheta - \vartheta^2);$$

daher ist nach (3) und (5)

$$(13)\quad B < Lx^2 + x^2 \frac{2k}{x^{\frac{2}{3}}} + kx + \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \nu \leqq Lx^2 + 2kx^{\frac{4}{3}} + kx + \frac{1}{2} x^{\frac{2}{3}} \left(x^{\frac{2}{3}} + 1 \right)$$

$$\leqq Lx^2 + 2kx^{\frac{4}{3}} + kx^{\frac{4}{3}} + \frac{1}{2} kx^{\frac{2}{3}} \left(x^{\frac{2}{3}} + x^{\frac{2}{3}} \right) = Lx^2 + 4kx^{\frac{4}{3}}.$$

Endlich ist nach (3) und (6)

$$(14)\quad C = 2x \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}} 1 \cdot \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \chi(\nu) - 2 \sum_{\lambda=1}^{x^{\frac{1}{3}}} \lambda \cdot \sum_{\nu=1}^{x^{\frac{2}{3}}} \nu\chi(\nu) \geqq 2x \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot (-k) - 2 \cdot \frac{1}{2} x^{\frac{1}{3}} \left(x^{\frac{1}{3}} + 1 \right) \cdot 2kx^{\frac{2}{3}}$$

$$= -4kx^{\frac{4}{3}} - 2kx^{\frac{4}{3}} \geqq -6kx^{\frac{4}{3}}.$$

Aus (10), (11), (12), (13), (14) folgt für alle $x \geqq 1$

$$\Theta(x) < 6kx^{\frac{4}{3}} + Lx^2 + 4kx^{\frac{4}{3}} + 6kx^{\frac{4}{3}} = Lx^2 + 16kx^{\frac{4}{3}};$$

dies liefert in Verbindung mit (9), daß für alle hinreichend großen x

$$\frac{1}{2}x^{\frac{1}{2}} < Lx^{\frac{1}{2}} + 16kx^{\frac{1}{4}}$$

ist. Dies ist unmöglich, falls

$$L = 0$$

ist, da für alle hinreichend großen x

$$\frac{1}{2}x^{\frac{1}{2}} > 16kx^{\frac{1}{4}}$$

ist: daher ist

$$L \neq 0,$$

was zu beweisen war.

§ 2.

Die unendliche Reihe

$$(15) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\chi(n)}{n^s}$$

konvergiert, wie leicht einzusehen ist, für alle komplexen s, deren reeller Teil > 0 ist, und sie stellt in dieser Halbebene eine reguläre analytische Funktion von s dar. Auf Grund der bekannten Eigenschaften Dirichletscher Reihen braucht hierzu[1] nur gezeigt zu werden, daß die Reihe für reelle $s > 0$ konvergiert, und dies folgt aus

$$\sum_{n=u}^{v} \frac{\chi(n)}{n^s} = \sum_{n=u}^{v} \frac{S(n) - S(n-1)}{n^s} = \sum_{n=u}^{v} S(n)\left(\frac{1}{n^s} - \frac{1}{(n+1)^s}\right) - \frac{S(u-1)}{u^s} + \frac{S(v)}{(v+1)^s}$$

in Verbindung mit (3).

Ich betrachte nun diejenige analytische Funktion $\psi(s)$, welche für $\Re(s) > 1$ durch die Gleichungen

$$\psi(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\chi(n)}{n^s} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sum_{\nu \mid n} \chi(\nu)}{n^s} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{f(n)}{n^s}$$

definiert ist. Bekanntlich hat die für $\Re(s) > 1$ durch die Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

definierte Funktion im Punkte $s = 1$ einen Pol erster Ordnung und ist für $0 < s < 1$ regulär: dies folgt am einfachsten aus der für $\Re(s) > 1$ gültigen Identität

[1] Hr. de la Vallée Poussin (a.a.O. S. 8—11) beweist direkt auf einfache Weise, daß die Reihe (15) in jedem endlichen innerhalb der Halbebene $\Re(s) > 0$ gelegenen Gebiete gleichmäßig konvergiert, also für $\Re(s) > 0$ eine reguläre Funktion darstellt.

$$1-\frac{1}{2^s}+\frac{1}{3^s}-\frac{1}{4^s}+\ldots=\left(1-\frac{2}{2^s}\right)\left(1+\frac{1}{2^s}+\frac{1}{3^s}+\frac{1}{4^s}+\ldots\right),$$

deren linke Seite für $s>0$ konvergiert, also für $\Re(s)>0$ konvergiert und eine reguläre analytische Funktion darstellt.

Wäre nun

$$L=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\chi(n)}{n}=0,$$

so wäre die Funktion $\Psi(s)$ für $0<s<1$ regulär. Nun habe ich kürzlich[1] den Satz bewiesen: »Eine Dirichletsche Reihe

$$(16)\qquad \sum_{1}^{\infty}\frac{f(n)}{n^s},$$

deren Koeffizienten $f(n)\geq 0$ sind, sei für $\Re(s)>\sigma$ konvergent, und die durch die Reihe definierte analytische Funktion sei für $\sigma_0<s\leq\sigma$ regulär; dann ist die Reihe für $\Re(s)>\sigma_0$ konvergent.« Im vorliegenden Fall wäre also die Reihe (16), welche $\Psi(s)$ definiert, für $\Re(s)>0$, also speziell für $s=\frac{1}{2}$ konvergent. Dies steht im Widerspruch damit, daß nach (7) und (8)

$$f(n)\geq 0,\; f(m^2)\geq 1$$

ist. Da die Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{f(n)}{\sqrt{n}}$$

tatsächlich divergiert, ist

$$L\neq 0.$$

[1] »Über einen Satz von Tschebyschef«, Mathematische Annalen, Bd. 61, 1906, S. 537.

Ausgegeben am 8. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.

XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Klein legte eine Mittheilung des Professors an der Universität Freiburg (Schweiz) Hrn. Dr. H. Baumhauer vor: Über die regelmässige Verwachsung von Rutil und Eisenglanz.

Während bisher allgemein angenommen wurde, dass die Verwachsung von Rutil mit Eisenglanz bei den prächtigen Vorkommen vom Cavradi in der Weise stattfinde, dass die Hauptachsen der Rutilkrystalle den Zwischenachsen des Eisenglanzes parallel gehen, zeigt Verf., dass diess nicht der Fall sei, dass vielmehr die Rutilprismen mit jenen Achsenrichtungen einen, wie es scheint, constanten spitzen Winkel (von 2° 10') einschliessen. In Folge dessen gibt es, anstatt der bisher angenommenen drei, sechs Stellungen, in welchen die Rutile mit Eisenglanz verbunden sind. Diese Stellungen lassen sich nicht genau krystallonomisch definiren, deuten aber darauf hin, dass der Rutil gleichsam einer doppelten Anziehung von Seiten des Eisenglanzes unterliegt, in Folge dessen er eine mittlere Lage einnimmt zwischen der bisher angenommenen und einer anderen, bei welcher jedesmal eine Polkante von P{111} einer Zwischenachse des Eisenglanzes parallel geht.

Über die regelmässige Verwachsung von Rutil und Eisenglanz.

Von Prof. Dr. H. Baumhauer
in Freiburg (Schweiz).

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Eines der schönsten und interessantesten Beispiele einer regelmässigen Verwachsung zweier verschiedenartiger Mineralien liefern bekanntlich die prächtigen Eisenglanztafeln vom Cavradi im Tavetsch (Canton Graubünden), mit welchen Krystalle von fuchsrothem Rutil verbunden sind. Diese Verbindung kann — bei gleichbleibender gegenseitiger Stellung — in verschiedener Weise stattfinden. Es können kleinere oder grössere Rutilkrystalle auf den Basisflächen des Eisenglanzes einzeln verstreut aufliegen oder sie können Strahlen bilden, welche sich, oft von einem Punkte ausgehend, nach verschiedenen Richtungen erstrecken. Der Rutil kann auch in den Eisenglanz eingesenkt und anscheinend gleichzeitig mit demselben entstanden sein, indem er gewissermassen die Substanz des Eisenglanzes beim Wachsthum des Krystallgebildes vertritt. Endlich kann, wie mir insbesondere neuerdings erhaltene Stufen zeigen, der Rutil in Form flacher Strahlen oder Platten ganz ähnlich erscheinen, wie er sich strahlenförmig auf den Eisenglanztafeln findet, ohne dass jedoch noch eine Spur von letzteren zu erkennen ist. Man muss in diesem Falle wohl annehmen, dass zunächst ein, wenn auch kleiner Krystall von Eisenglanz die Anlagerung des Rutils veranlasste, dann aber später durch irgend einen Vorgang der Verwitterung oder Auflösung vollständig weggeführt wurde, während der Rutil zurückblieb bez. weiter wuchs.

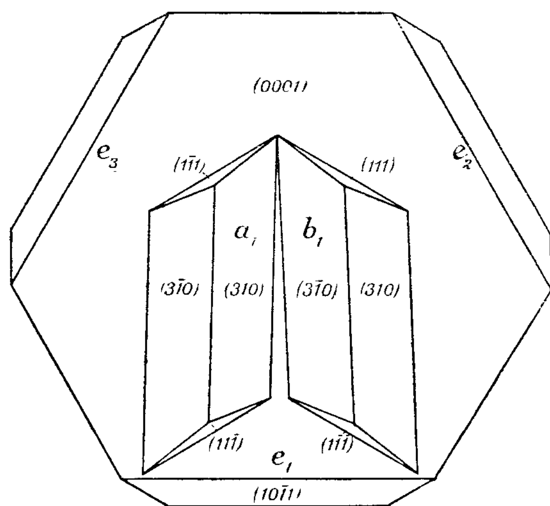
Die gesetzmässige Stellung der Rutilkrystalle bei dieser Verwachsung wurde von Breithaupt und Haidinger, insbesondere von vom Rath studirt. Dabei gelangte man zu der jetzt allgemein herrschenden Annahme, dass eine Fläche des Deuteroprismas $\infty P \infty$ (100) des Rutils der betreffenden Basisfläche 0R (0001) des Eisenglanzes parallel gehe und dass die Hauptachse des erstern in die Richtung einer Zwischenachse des letztern falle, also auf einer Kante der Basis zum Grundrhomboeder

oder dem Protoprisma senkrecht stehe. Dabei würde dann eine Fläche $P\infty(10\bar{1})$ des Rutils annähernd in das Niveau einer Rhomboederfläche $R(10\bar{1}1)$ des Eisenglanzes fallen ($\infty P\infty(100):P\infty(10\bar{1}) = 122°47\frac{1}{2}'$, $0R(0001):R(1011) = 122°23'$). Auch nähert sich die Neigung $0R(0001):\frac{4}{3}P2(22\bar{4}3) = 118°47'$ beim Eisenglanz derjenigen $\infty P\infty(100):P(11\bar{1}) = 118°26'$ beim Rutil, wenngleich bei der angenommenen Stellung diese beiden Kanten etwas (um $2°47\frac{1}{2}'$) in ihrer Richtung differiren.

Das bezeichnete Gesetz der Verwachsung wird in der mineralogischen Litteratur allgemein angegeben und durch entsprechende Zeichnungen illustrirt. Um so mehr war ich überrascht, als ich bei der genauen Betrachtung bez. Ausmessung besonders schöner Exemplare, welche der hiesigen Universitäts- und Cantonssammlung angehören, fand, dass die Verwachsung in Wirklichkeit nicht diesem, sondern einem andern Gesetze folgt.

Zuerst wurde ich auf diesen Umstand aufmerksam durch die Betrachtung einer prächtigen Eisenglanztafel von etwa 9^{mm} Durchmesser, auf welcher zwei ungewöhnlich grosse Rutilkrystalle von 5—6 mm Länge aufliegen und welche fast genau in Fig. 1 wiedergegeben ist.

Fig. 1.



Die beiden Rutilkrystalle a_1 und b_1 werden von den Flächen $\infty P3(310)$ und $(3\bar{1}0)$ sowie von je zwei Flächen $P(1\bar{1}1)$ und $(11\bar{1})$ bez. $P(111)$ und $(1\bar{1}\bar{1})$ begrenzt und zeigen dadurch einen an das monokline System erinnernden Habitus, wobei $\infty P\infty(100)$ die Rolle des Klinopinakoids $\infty P\infty(010)$ spielen würde. Beide liegen zu einander symmetrisch, aber ihre Hauptachsen sind nicht parallel und normal zur Kante $0R(0001):R(1011)$ des Eisenglanzes gerichtet, sondern divergiren deutlich und schliessen dabei einen sehr spitzen Winkel von beiläufig $4°20'$ ein. An dieser Tafel konnten Messungen jenes Winkels nicht wohl ausgeführt werden, weil es zu schwierig war, dieselbe unverletzt von der Stufe zu entfernen, doch wurden an anderen Krystallen zahlreiche Messungen angestellt (s. u.). Wendet man die Tafel um, so bemerkt man auf der anderen Seite fast ganz in gleicher Weise ausgebildet und angeordnet ebenfalls zwei Rutile, welche wahrscheinlich

mit den vorn gelegenen in direkter Verbindung stehen bez. deren Fortsetzung bilden. Es sind also in die Eisenglanztafel zwei Rutilkrystalle in der bezeichneten Stellung gleichsam eingesetzt. Indem ich nun eine Anzahl anderer Eisenglanzkrystalle desselben Fundortes prüfte und dabei mit Hülfe des Mikroskops die Lage der gestreiften Prismenflächen bez. der Prismenkante des Rutils zu den Umgrenzungskanten der Eisenglanztafeln ermittelte, fand ich, dass in der That die Hauptachse der Rutilprismen niemals normal zu einer Kante oR }0001{ : R }1011{ des Eisenglanzes liegt, sondern gegen dieselbe unter einem Winkel von etwa 87° 50′ geneigt ist. Diess gilt sowohl für einzelne verstreut liegende Krystalle wie auch von den oft sich kreuzenden bez. von einem Punkte nach verschiedenen Richtungen ausgehenden Strahlen von Rutil. Hieraus folgt aber, dass es nicht, wie man bisher annahm, nur drei unter 60° sich schneidende Richtungen gibt, nach welchen die Rutilprismen angeordnet sind, sondern sechs verschiedene Richtungen. Bezeichnet man je zwei in derselben Stellung, wie sie Fig. 1 wiedergibt, zu einander angeordnete Rutilkrystalle mit a_1, b_1, — a_2, b_2, — a_3, b_3, so ergibt sich, dass — unter Annahme des spitzen Winkels zu 4° 20′ — zu einander geneigt sind:

$a_1 : a_2 : a_3$ sowie $b_1 : b_2 : b_3$ unter 120° bez. 60°,
$a_1 : b_3$, $a_2 : b_1$, $a_3 : b_2$ .... 120° — 4° 20′ = 115° 40′ bez. 64° 20′,
$a_1 : b_2$, $a_2 : b_3$, $a_3 : b_1$ .... 120° + 4° 20′ = 124° 20′ » 55° 40′.

Die Neigung der Rutilprismen bez. ihrer Hauptachsen zu den von der Basis und dem Grundrhomboeder des Eisenglanzes gebildeten Kanten e_1, e_2, e_3 berechnet sich zu 87° 50′, 32° 10′ und 27° 50′. Die Messung solcher Winkel geschah mit Hülfe des Mikroskops, wobei vielfach anstatt auf eine Kante des Eisenglanzes auf die Streifung der Basis desselben nach jenen Kanten eingestellt werden musste. Im Folgenden sind einige der erhaltenen Werthe angeführt:

Platte I.

$a_3 : b_1$ = 55° 32′	$b_1 : e_1$ = 87° 47′
$a_3 : b_3$ = 4° 24′	$a_3 : e_1$ = 32° 15′
$b_1 : b_3$ = 59° 56′	$b_3 : e_1$ = 27° 51′

Platte II.

$a_1 : b_2$ = 55° 46′	$a_3 : b_3$ = 4° 20′
$b_2 : b_3$ = 59° 58′	$a_3 : b_2$ = 64° 18′.

Hier gab die Messung der Lage der Rutilprismen zur Streifung nach e_1 keine gut stimmenden Resultate, doch wich auch die Einstellung auf diese Streifung von derjenigen auf die Kante e_1 selbst um 25′ ab. Ich fand so z. B. $b_2 : e_1$ (Streifung) = 88° 26′, $b_2 : e_1$ (Randkante) = 88° 1′ (ber. 87° 50′).

Platte III.

$a_1 : b_1 = 4° 20'$; $a_1 : e_1 = 87° 45'$; $b_1 : e_1 = 87° 55'$.

Ausser diesen mikroskopischen Messungen konnten dann an einzelnen Tafeln, bei welchen die Rutilprismen soweit nach der Peripherie hin sich erstrecken, dass dort Flächen derselben von P∞ {101} hinreichend frei liegen, goniometrische Messungen vorgenommen werden, um die Lage des Rutils zu bestimmen. Es wurde die Neigung der Flächen jener Deuteropyramide zu den Flächen des Deuteroprismas ∞P2 {11$\bar{2}$0} des Eisenglanzes ermittelt, wobei ich folgende Resultate erhielt:

Platte IV.

P∞ (0$\bar{1}$1) von a_1 : ∞P2 ($\bar{2}$110) = 119° 23'
P∞ (011) von b_1 : ∞P2 ($\bar{2}$110) = 179° 19' — 179° 26' (Mittel 179° 22½')
P∞ (0$\bar{1}$1) von a_1 : P∞ (011) von b_1 = 118° 42' — 49' (Mittel 118° 45½').

Hieraus folgt für den von den beiden Hauptachsen des Rutils gebildeten Winkel 4° 21' bez. 4° 20'; für $a_1 : e_1$ ergibt sich 87° 49½', für $b_1 : e_1$ 87° 50'.

Platten V—VIII.

P∞ (011) von b_1 : ∞P2 ($\bar{2}$110) = 179° 29½', 22¼', 25', 24'.

Endlich wurde an der in Fig. 2 dargestellten Verbindung zweier Rutilkrystalle, welche auf Bergkrystall aufsitzend keine Spur von Eisenglanz mehr erkennen lässt, der von P∞ (0$\bar{1}$1) a_1 und P∞ (0$\bar{1}$1) b_2 gebildete Winkel gemessen und zu 124° 19' (ber. 124° 20') gefunden (weiteres über diese kleine, nur etwa 3^{mm} messende Verwachsung s. unten).

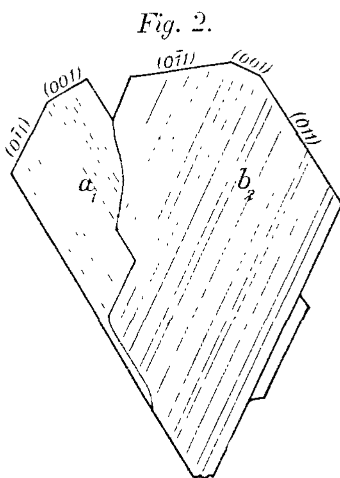
Nach den angeführten Zahlen wird man annehmen dürfen, dass in der That je zwei Rutilkrystalle a. b so zu einander gelagert sind, dass ihre Hauptachsen einen Winkel von 4° 20' mit einander bilden. Immerhin könnte es auch sein, dass dieser Winkel sich innerhalb enger Grenzen um jenen Werth herum bewegt. Die Gesetzmässigkeit der Anordnung kann jedoch nicht zweifelhaft sein. Denn die mikroskopische Betrachtung (verbunden mit der durch die Streifung erleichterten Einstellung der verschiedenen Rutilkrystalle auf das Fadenkreuz und der allmählichen Parallelverschiebung des Objektes) zeigt auffällig, dass bei verschiedenen Individuen gewisse Stellungen wiederkehren. Manchmal ist auch zwischen den dickeren Strahlen eine sehr dünne Rutilnadel in etwas anderer Stellung eingelagert, bildet aber dann stets mit jenen einen Winkel von genau oder nahe 4° 20'. Diese Regelmässigkeit bis in's zarteste Detail ist geradezu überraschend.

Die beschriebene Stellung des Rutils zum Eisenglanz ist aber merkwürdiger Weise keine krystallonomische, wenn auch eine solche.

die einer durch krystallonomische Elemente bestimmten sehr nahe kommt. Je eine Fläche der Deuteropyramide P∞{101} des Rutils fällt nahezu mit einer Fläche des Deuteroprismas des Eisenglanzes zusammen (eine Polkante der Protopyramide P{111} also nahezu in die Richtung einer Zwischenachse des Eisenglanzes), der berechnete Winkel beträgt 179°22½'. Wäre die Coincidenz beider eine vollkommene, so würde daraus folgen, dass der Winkel $a:b = 5°35'$ wäre (anstatt 4°20'), und dass sich a_1 zu b_3, a_2 zu b_1 und a_3 zu b_2 in Zwillingsstellung nach der jedesmaligen Fläche der Deuteropyramide befänden, welche je zwei Flächen des Deuteroprismas des Eisenglanzes parallel gienge. Diess ist jedoch nicht der Fall, sondern ihre Hauptachsen bilden statt des durch jenes Zwillingsgesetz geforderten Winkels von 65°35' einen solchen von 64°20'.

Wäre der von den Hauptachsen je zweier Individuen a und b gebildete Winkel = 5°16', so bildeten die Hauptachsen von a_1 und b_2, a_2 und b_3, a_3 und b_1 je einen Winkel von 125°16' bez. 54°44': die betreffenden Paare befänden sich dann jedesmal zu einander in Zwillingsstellung nach einer Fläche von 3P∞{301}. Allein auch diese Stellung wird nicht erreicht, obgleich manchmal zwei Rutile auf dem Eisenglanz so mit einander verwachsen, dass man glaubt, einen Zwilling nach dem genannten Gesetze vor sich zu haben. Diess gilt auch von der in Fig. 2 dargestellten Verwachsung. Da hier der Eisenglanz völlig fehlt, glaubte ich zuerst, es handle sich um einen solchen Zwilling, bis die Messung lehrte, dass die beiden Hauptachsen sich nicht unter 54°44', sondern unter 55°41' kreuzen.

Fig. 2.



Wie man sieht, ist eine krystallonomische Bestimmung der Lage der Rutilkrystalle zum Eisenglanz nicht möglich, wenigstens konnte ich eine solche nicht auffinden. Zwar liegt der Rutil mit einer Fläche des Deuteroprismas auf der Basis des Eisenglanzes auf — eine Thatsache, welche ich durch Messung bestätigen konnte —, aber das zweite krystallonomische Element der Lagenbestimmung fehlt. Man kann also nur sagen, dass die Hauptachsen von a und b nach beiden Richtungen gegen die betreffende Kante oR(0001):R(1011) unter einem Winkel von 87°50' geneigt sind, also mit der betreffenden Zwischenachse des Eisenglanzes einen Winkel von 2°10' (und unter einander einen solchen von 4°20') bilden, dass ferner eine Fläche der Deuteropyramide des Rutils zu einer solchen des Deuteroprismas des Eisen-

glanzes unter einem sehr stumpfen Winkel von $179° 22\frac{1}{2}'$ geneigt ist. Man wird daraus schliessen dürfen, dass die Rutilkrystalle einer zweifachen Anziehung von Seiten des Eisenglanzes unterlagen und sich danach gleichsam zu orientiren strebten: einerseits so, dass ihre Hauptachse einer Zwischenachse des Eisenglanzes und andererseits so, dass eine Polkante der Protopyramide P{111} einer solchen Zwischenachse sich parallel zu stellen suchte. Im erstern Falle hätte man, wie bisher irrthümlich angenommen wurde, nur drei verschiedene, sich unter 60° kreuzende Stellungen, im zweiten Falle zwar sechs Stellungen, jedoch würden, wie oben bemerkt, die Hauptachsen je zweier Rutilkrystalle *a* und *b* einen Winkel von 5° 35' mit einander bilden, und es würden sich je zwei Individuen zu einander in Zwillingsstellung nach P∞{101} befinden. Indem weder die eine, noch die andere Stellung erreicht wird, nehmen die Rutilkrystalle eine mittlere Lage ein, jedoch so, dass sie sich weit mehr der erwähnten zweiten als der ersten Stellung nähern. Es findet ein Schweben zwischen zwei krystallonomischen Lagen statt, und es ist interessant zu sehen, wie dabei nicht eine auffallend schwankende, sondern eine anscheinend constante Stellung eingenommen wird, welche zu dem Neigungswinkel je zweier Hauptachsen von genau oder fast genau 4° 20' führt. Ich möchte hierin eine ähnliche Erscheinung erblicken, wie in dem von mir als »Concurrenz zweier Zwillingsgesetze« bezeichneten Verhältnisse, welches ich am Kupferkies beobachtete (Zeitschrift für Krystallographie, **31**, 274). Dabei sind zwei miteinander verwachsene Krystalle g l e i c h e r Art so verbunden, dass der eine von ihnen gleichsam zwischen zwei, im Verhältniss zum andern nahezu gleichen Stellungen, die aber verschiedenen Zwillingsgesetzen entsprechen, schwebt und so eine mittlere Lage einnimmt.

Ausgegeben am 15. März.

1906.

XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Kekule von Stradonitz sprach über die Kunst in der Epoche der Antonine.

Im Einzelnen wurden die Künstlerinschriften mit der Heimatsbezeichnung Aphrodisias. Löwy 364 bis 373 und 549 besprochen und der Kreis der durch die Bildhauer Aristeas und Papias bekannten Kunstart zu erweitern versucht.

2. Es wurde vorgelegt Corpus inscriptionum Latinarum Vol. XIII. Inscriptiones trium Galliarum et Germaniarum latinae. Pars 3. Instrumentum domesticum ed. Oscar Bohn. Fasc. 2. Berolini 1906.

Ausgegeben am 15. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Vogel las über Spiegelteleskope mit relativ kurzer Brennweite.

Der Verfasser berichtete über eingehende Untersuchungen und über die sehr befriedigenden Leistungen eines Spiegels von 41^{cm} Öffnung und nur 93^{cm} Brennweite, der von Hrn. B. Schmidt in Mittweida in Sachsen hergestellt wurde, und legte einige der mit diesem Spiegel auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam erlangten Aufnahmen vor.

2. Die Akademie hat ihrem auswärtigen Mitglied Hrn. Franz Bücheler in Bonn zu seinem fünfzigjährigen Doctorjubiläum am 13. März eine Adresse überreicht, deren Wortlaut unten folgt.

3. Die Akademie hat durch die physikalisch-mathematische Classe Hrn. Prof. Dr. Ernst Gaupp in Freiburg i. B. zu einem Aufenthalt auf der Zoologischen Station in Neapel behufs einer entwickelungsgeschichtlichen Durcharbeitung des Kopfskelets der Haie und Rochen 500 Mark bewilligt.

Über Spiegelteleskope mit relativ kurzer Brennweite.

Von H. C. Vogel.

Wie schon seit den frühesten Zeiten eine Art von Wettstreit zwischen Refractor und Reflector Platz gegriffen hatte und eine Errungenschaft auf dem einen Gebiete bald auch auf dem anderen erreicht oder übertroffen wurde, so ist man auch in neuerer Zeit, nachdem mit der Herstellung grosser Refractoren vor einem Jahrzehnt wohl der Gipfelpunkt der Vollendung erreicht worden war, mit grossem Erfolg an die Vervollkommnung der Spiegelteleskope gegangen, und Refractor und Reflector stehen heute als gleichwerthig neben einander. Wesentliche Vervollkommnungen dürften bei keinem der so verschiedenartigen Instrumente mehr zu erwarten sein, und so wird man dazu gedrängt, jedem der beiden Instrumente ein Arbeitsfeld zuzuweisen, für das es ganz besonders geeignet ist. So werden die Refractoren von langer Brennweite voraussichtlich die Oberhand behalten, wenn es sich um Erlangung eines möglichst grossen brauchbaren Gesichtsfeldes handelt. Diejenigen Refractoren, deren Objective aus mehr als zwei Linsen bestehen, und welche infolge der relativ kurzen Brennweite, die man ihnen geben kann, besonders geeignet sind, mit Anwendung der Photographie grössere Theile des Himmels abzubilden und ausgedehntere Nebelmassen zu fixiren, werden bleibend zur Ausführung von Durchmusterungen, zur Aufsuchung von Cometen und kleinen Planeten Verwendung finden. Dagegen haben die Spiegelteleskope für die Beobachtung der Nebelflecke und Sternhaufen von geringerer Ausdehnung gegenwärtig einen enormen Vorsprung erlangt, den sie unzweifelhaft dauernd werden behaupten können, da er mit in den Eigenthümlichkeiten des Spiegels begründet ist.

Als Beispiel möge hier der bekannte Ringnebel in der Leier dienen. Er erscheint in einem grossen Refractor als elliptischer Ring, dessen ungleich vertheilte Helligkeit und ungleiche Schärfe der Begrenzung, namentlich an den Enden der grossen Axe der Ellipse, leicht auffällt.

Ein ganz besonders gutes Auge glaubt auch noch zeitweilig einige hellere, sternartige Stellen in dem Ringe und vielleicht ein Sternchen in der Mitte des Nebels erkennen zu können, aber mit Sicherheit vermag es nicht diese Details festzuhalten. Eine ein- bis zweistündige photographische Aufnahme mit einem Refractor, dessen Objectiv für die chemisch wirksamsten Strahlen achromatisirt ist, gibt schon mehr. Im Inneren des Nebels ist ein ziemlich heller Centralstern zu erkennen, der einen matten, etwas verwaschenen Begleiter hat. Die Abschattirungen in dem Nebelring sind sehr deutlich wahrnehmbar. Auf einer photographischen Aufnahme mit einem der neueren Spiegelteleskope tritt jedoch bereits bei 10 Minuten Expositionszeit eine Überlichtung des Nebelringes ein.

Als weiteres Beispiel sei der Orionnebel angeführt. Die zarten Details in den Ausläufern dieses Nebels, die man bei directen Beobachtungen in einem grösseren Fernrohr nur eben erkennt, und die sich nicht so sicher auffassen lassen, dass man eine Zeichnung davon anzufertigen vermag, werden zwar auf der photographischen Platte mit dem Refractor fixirt, doch nur in einer Zeit, in welcher unter vergleichbaren Grössenverhältnissen zwischen Refractor und Reflector bei letzterem der Orionnebel schon als eine geschlossene, nahezu kreisrunde Nebelmasse erscheint.

Diese Verhältnisse sind ganz besonders dadurch bedingt, dass in dem Brennpunktsbilde des Spiegels alle Farben vollkommen vereinigt werden, während die Achromasie eines Fernrohres mit zweilinsigem Objectiv immer viel zu wünschen übrig lassen wird und, da die Durchmesser der chromatischen Abweichungskreise bekanntlich mit der Focallänge des Refractors wachsen, die Fehler der unvollkommenen Achromasie bald alle anderen Fehler des Objectivs übertreffen. Bei Nebeln, welche das typische Nebelspectrum geben, wie die beiden, die ich soeben als Beispiele anführte, tritt dieser Übelstand des Refractors besonders hervor. Ich möchte hier noch specieller darauf aufmerksam machen, dass wenn in den in einem Refractor entstehenden Bildern die ultravioletten Strahlen des uns von einem Nebel mit discontinuirlichem Spectrum zugehenden Lichtes durch Absorption im Objectivglas mehr oder minder verloren gehen, es vorkommen kann, dass die photographisch fixirten Bilder im Reflector anders aussehen. Besonders deutlich tritt das hervor, wenn in den verschiedenen Partien ein und desselben Objects die Intensitätsvertheilung der Spectrallinien eine verschiedene ist, wie das Mitchel auf dem Yerkes-Observatorium und Hartmann[1] auf dem Potsdamer Observatorium im Orionnebel nach-

[1] Diese Berichte 1905, XVI, S. 360.

gewiesen haben. Hier sind an einigen Stellen des Nebels die bekannten Nebellinien (im Grün) äusserst schwach, während die Linie im Ultraviolett (λ 3727) im ganzen Nebel relativ stark ist, und damit lassen sich die leicht wahrnehmbaren Unterschiede der photographischen Aufnahmen mit Refractor und Reflector erklären. Es ist weiter zu beachten und als ein Nachtheil der Refractoren von längerer Brennweite zu empfinden, dass man bei directen Beobachtungen von Gasnebeln und den in der Nähe befindlichen Sternen infolge der mangelhaften Achromasie auf Schwierigkeiten stösst. Für ein normales Auge ist die grösste Intensität im continuirlichen Spectrum eines Sternes zwischen λ 560 $\mu\mu$ und λ 570 $\mu\mu$ gelegen, während im Nebelspectrum die hellsten Linien die Wellenlängen 501, 496 und 486 $\mu\mu$ haben. In einem Fernrohr bis etwa zu 4 m Focallänge werden nun die Unterschiede der Vereinigungsweiten für diese Wellenlängen, in der optischen Axe gemessen, kaum mehr als 1 mm betragen; bei grösseren Focallängen wachsen sie aber auf mehrere Millimeter an, und das Auge vermag dann nicht mehr sich so zu accommodiren, dass Sterne und Nebel gleichzeitig scharf erscheinen.

Die erstaunlichen Fortschritte, welche durch die Spiegelteleskope in neuerer Zeit in Bezug auf unsere Kenntniss der Nebelflecke gemacht wurden, sind zunächst in der Anwendung der Photographie begründet. Man kann sagen, dass durch sie für diesen so interessanten Wissenszweig eine neue Aera eröffnet worden ist. Objecte, die früher nur mit den grössten Instrumenten sichtbar waren, lassen sich mit kleinen Spiegelteleskopen leicht photographiren, und zwar geben die Bilder einen Detailreichthum, den man bei directer Beobachtung kaum ahnen kann. Ein weiterer Erfolg ist durch die Bestrebungen erreicht worden, die Spiegelflächen vollkommener herzustellen und ihnen die Gestalt eines Rotationsparaboloids anstatt einer Kugelfläche zu geben. Hierdurch wird wenigstens in der Axe eine möglichst vollkommene und in der Nähe derselben eine bessere Vereinigung der Strahlen erzielt als bei der Kugelfläche, bei welcher selbst in der Axe infolge der sphärischen Aberration kein fehlerfreies Bild entstehen kann. Man ist auch erst hierdurch in den Stand gesetzt worden, das Verhältniss von Öffnung zu Brennweite zu vergrössern und dadurch eine enorme Steigerung der Lichtstärke der Bilder sowohl ausgedehnter cölestischer Objecte als auch von den punktartigen Fixsternen (bei letzteren besonders durch Verringerung des Einflusses der Luftunruhe) herbeizuführen. Während die älteren Reflectoren von Herschel, Lord Rosse, Lassell, Draper u. A. nicht über das Öffnungsverhältniss 1 : 9 hinausgehen, trifft man in neuerer Zeit für dieses Verhältniss die Werthe an:

		Öffnung	Brennweite
1:6	Paris	119 cm	7.1 m
1:5.8	Lick Obs. (Crossley-Refl.)	91 »	5.3 »
1:5.4	Common	152	8.2 »
1:4.9	Roberts	51 »	2.5 »
1:4	Yerkes Obs.	60 »	2.4 »
1:3.7	Schaeberle	30 »	1.1 »
1:3	Meudon	100 »	3.0 »
1:2.2	Common	52	1.1 »
1:1.54	Schaeberle	33 »	0.51 »

Mit der Vervollkommnung in der Herstellung der Spiegel sind auch die Fehler, welche denselben von Natur aus noch anhaften, aufgefallen und eingehender untersucht worden. Ich führe hier die wichtigsten sich darauf beziehenden Abhandlungen, so weit sie mir bekannt geworden sind, an[1] und möchte besonders noch auf zwei sehr interessante Abhandlungen von Schwarzschild, die unter dem Titel »Untersuchungen zur geometrischen Optik« im vorigen Jahre erschienen sind[2], aufmerksam machen. In denselben sind die Verhältnisse bei Spiegelteleskopen in sehr klarer und durch Einführung des Bruns'schen Eikonalbegriffs in höchst eleganter Weise zur Darstellung gebracht worden. Hrn. Schwarzschild's Untersuchungen im II. Theil seiner Abhandlung haben sogar zu der Ansicht geführt, dass es gelingen kann, durch Anwendung zweier Spiegel ein bis zu einigen Graden Durchmesser vollkommenes Bild herzustellen. Der praktischen Ausführung seiner Vorschläge dürften meiner Erfahrung nach zwar noch sehr grosse mechanische und constructive Schwierigkeiten im Wege stehen. Die Errungenschaft, ein einigermaassen grosses apla-

---

[1] Monthly Notices of the R. A. S. Vol. XLVII, Nr. 5: J. F. Tennant, Notes on Reflecting Telescopes. Vol. XLVII, Nr. 7: McLaren, On the Images formed by Reflecting Mirrors, and their Aberration. Vol. LXII, Nr. 5: H. C. Plummer, On the Images formed by a Parabolic Mirror.

Astronomical Journal. Vol. XVI, Nr. 364: J. M. Schaeberle, Derivation of Fundamental Formulas for the Cassegrain (and Gregory) Telescopes. Vol. XVIII, Nr. 413: J. M. Schaeberle, On a fundamental Optical Defect in the Images formed by a Parabolic Reflector. Vol. XVIII, Nr. 420: Ch. L. Poor, The Aberration of Parabolic Mirrors. Vol. XVIII, Nr. 423: J. M. Schaeberle, On the Aberration of Parabolic Mirrors. Vol. XIX, Nr. 435: J. M. Schaeberle, General Theory of the Aberration in the Focal Plane of a Parabolic Reflector. Vol. XIX, Nr. 435: H. C. Plummer, On the Star-Image formed by a Parabolic Mirror.

Astrophysical Journal. Vol. VII, p. 114: Ch. L. Poor, The Aberration of Parabolic Mirrors. Vol. VII, p. 302: C. W. Crockett, The Parabolic Mirror. Vol. XII, p. 219: S. C. Reese, Field of the Reflecting Telescope.

Popular Astronomy. Vol. V, p. 518: F. L. O. Wadsworth, A Note on a new Form of Mirror for a Reflecting Telescope. Vol. VI, p. 33: J. M. Schaeberle, On the Definition and Intensity of a Star's Image in the Field of View of a Parabolic Reflecting Telescope. Vol. VI, p. 39: J. M. Schaeberle, On the Aberration of Parabolic Mirrors.

[2] Astron. Mitteilungen der Königl. Sternwarte zu Göttingen, 9. und 10. Teil.

natisches Bild mit den sonstigen guten Eigenschaften der Spiegelbilder in einem Spiegelteleskop von grossem Öffnungsverhältniss zu erhalten (denn darauf beziehen sich ganz speciell diese Untersuchungen), wäre aber von so hervorragender Bedeutung, dass dadurch ein ganz erheblicher Müheaufwand aufgewogen würde. Freilich beträgt die Lichtschwächung, allein durch Beschattung des Hauptspiegels von dem zweiten Spiegel, der in dem in der Abhandlung angeführten Beispiel die Hälfte des Durchmessers des grossen Spiegels besitzt, schon ein Viertel des Gesammtlichtes. Die Schwierigkeiten, die ich bei der Ausführung befürchte, liegen nicht in der Herstellung der Spiegel, sondern wesentlich in der festen Verbindung beider Spiegel und der feinen Justirung derselben gegen einander und gegen die photographische Platte, die selbst bei einem Spiegelinstrument einfachster Form — Spiegel und photographische Platte im Focus — Mühe macht. Da man nun gegenwärtig allgemein Glasspiegel mit versilberter Oberfläche verwendet und in einiger Zeit diese Silberschicht einer Erneuerung bedarf, hat man die mühevolle Justirung öfters auszuführen.

Gegenwärtig müssen wir uns begnügen, Spiegel mit grossem Öffnungsverhältniss mit den ihnen anhaftenden Fehlern zu verwenden. Diese bestehen, wie schon angedeutet, darin, dass man in einem vollkommenen parabolischen Spiegel nur in der optischen Axe ein vollkommen gutes rundes Bild eines Sterns, ausserhalb der Axe aber von einem Stern nur Bilder erhalten kann, welche mit dem Comafehler behaftet sind. Das in einer senkrecht zur optischen Axe des Spiegels gelegenen Ebene (photographische Platte) entstehende Bild nimmt eine birnförmige Gestalt an, die um so deutlicher hervortritt, je weiter der abgebildete Stern von der Axe absteht. Die Lichtvertheilung in diesen Bildern ist eine ungleiche; die grösste Intensität liegt in der Spitze. Durch eine veränderte Einstellung der Platte ist man nun nicht im Stande, von einem ausserhalb der Mitte gelegenen Stern ein rundes Bild zu erhalten. Man kann daher nicht, wie bei einem zusammengesetzten Objectiv, in Bezug auf die Einstellung der Platte eine Art Compromiss machen, um eine über eine grössere Fläche sich erstreckende gleichmässige geringste Unschärfe zu erzielen. Die Bildwölbung, die auch beim Spiegel als Fehler auftritt, bringt noch eine weitere Deformation der nicht in der Axe gelegenen Bilder hervor, die aber erst bei grösserem Abstand von der Mitte der Einwirkung der Coma gleichkommt.

Aus der nachstehenden Tabelle, die ich der Abhandlung Schwarzschild's (Theil II, S. 11) entnommen habe, ist zu ersehen, wie gross die Fehler bei verschiedenen Öffnungsverhältnissen und bei verschiedener Grösse des Gesichtsfeldes werden.

Öffnungs-verhältniss	Gesichtsfeld-durchmesser	Streuung durch Bildwölbung	Streuung durch Coma
1 : 10	½°	0".4	1".7
	1	1 6	3.4
	2	6.3	6.8
	4	25 2	13.6
1 : 3	½°	1".3	18".7
	1	5.0	37.4
	2	20.0	74.9
	4	83.8	149.8

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass bei Teleskopen vom Öffnungsverhältniss 1 : 3 das brauchbare Gesichtsfeld nur 30' bis 40' Durchmesser haben wird. Wenn man aber bedenkt, dass die Ausdehnung einer sehr grossen Anzahl von Nebelflecken 20' nicht übersteigt, so ist ein reiches Arbeitsfeld auch für einen Spiegel von dem genannten Öffnungsverhältniss gesichert. Vorauszusetzen ist hierbei, dass es gelingt, durch vollkommene Herstellung des Spiegels die relativ zur Öffnung desselben kleinen Bilder, die wiederum den Vortheil grosser Lichtstärke gewähren, so detailreich zu erhalten, dass sie mit den Aufnahmen in Spiegelteleskopen mit grösserer Brennweite vergleichbar bleiben. Ich möchte noch darauf aufmerksam machen, dass man bei grösserer Ausdehnung des Objects sich mit der Abbildung einzelner Theile helfen kann, dass man bei genügender Lichtstärke eines solchen Objects aber auch ein brauchbares Bild von grösserer Ausdehnung durch Abblendung des Spiegels jeder Zeit erlangen kann. Die Grösse des brauchbaren Gesichtsfeldes nimmt ausserdem mit der Abnahme des Öffnungsverhältnisses sehr rasch zu.

Für spectrographische Beobachtungen von Nebeln und schwachen Sternen bietet ein Spiegelteleskop mit grossem Öffnungsverhältniss, wie leicht einzusehen, erhebliche Vortheile. Die Intensität der Flächeneinheit wächst nämlich mit der Verringerung der Ausdehnung der Bilder von Nebeln im quadratischen Verhältniss. Da auch die durch die Luftunruhe auf der photographischen Platte erzeugten Sternscheibchen bei kürzerer Brennweite kleiner werden als bei längerer, so werden bei Instrumenten von kurzer Brennweite noch alle die schwachen Sterne auf der Platte erhalten werden, welche bei längerer Brennweite wegen der zu geringen Intensität der durch Luftunruhe entstandenen und infolge der längeren Brennweite stärker vergrösserten Scheibchen das Bromsilber nicht mehr afficiren können. Diese Überlegung gab vor einigen Jahren Prof. Scheiner Veranlassung, dahin gehende Versuche mit einem provisorisch zusammengebauten Instrument (Spiegel von 32 cm Durchmesser und 96 cm Brennweite) auf dem Astrophysikalischen Observatorium anzu-

stellen. Da aber der Spiegel sphärisch war und die Sternscheibchen infolge dessen selbst in der Axe erhebliche Dimensionen haben mussten, entsprachen die Resultate keineswegs den Erwartungen.

Die hochinteressante und für die Ergründung der Natur neuer Sterne vor einigen Jahren gemachte wichtige Entdeckung eines Nebels um die verblassende Nova Persei spornte mich an, erneute Versuche mit Spiegeln von kurzer Brennweite auf dem Observatorium ausführen zu lassen, um dadurch eventuell im Allgemeinen den Arbeitsplan des Observatoriums nach dieser Richtung hin zu erweitern und im Speciellen dasselbe in den Stand zu setzen, derartige wichtige Beobachtungen, zu denen ein Spiegelteleskop besonders geeignet erscheint, auszuführen, die bisher dem Auslande überlassen werden mussten.[1]

Im Jahre 1904 erhielt ich von Steinheil in München einen Spiegel von 30 cm Durchmesser, dessen Oberfläche jedoch nur bis zu 24 cm Durchmesser vom Optiker bearbeitet worden war. Die Brennweite betrug 90 cm, das Öffnungsverhältniss demnach 1 : 3.8. Eine Untersuchung des Spiegels mittelst extrafocaler Aufnahmen (Methode Hartmann) hat Dr. Eberhard ausgeführt; sie ergab Folgendes:

Zone Radius	Abweichung in der Axe gemessen
mm	mm
54	+ 0.28
69	+ 0.13
84	+ 0.09
100	− 0.14
114	− 0.40

Nach Abschluss dieser Untersuchung liess ich dem Spiegel eine möglichst sichere Montirung geben, bei der besonders Gewicht auf die Stabilität und auf die Möglichkeit einer feinen Justirung der Platte gegen die optische Axe des Spiegels gelegt wurde. Nach den genauen Angaben von mir und Dr. Eberhard haben die Mechaniker O. Toepfer & Sohn in Potsdam die Montirung ausgeführt, und nachdem Dr. Eberhard im Verein mit Dr. Ludendorff die etwas mühsame Justirung des Teleskops, das mit dem oftgenannten photographischen Refractor von 32.5 cm Öffnung in Verbindung gebracht worden war, auf das Sorgfältigste vorgenommen hatten, konnten von den genannten Herren recht schöne

[1] Bisher ist in Deutschland kein Spiegelteleskop von kurzer Brennweite in Gebrauch. Dass Wolf in Heidelberg dem von Miss Bruce überwiesenen Fernrohr, mit welchem er seine schönen Stern- und Nebelaufnahmen macht, den Namen Bruce-Teleskop beilegte, hat wiederholt zu dem Missverständniss, dass es sich um ein Spiegelteleskop handle, geführt.

Aufnahmen von den bekanntesten Objecten (Orionnebel, Spiralnebel in den Jagdhunden, Dumbbell-Nebel u. A. m.) im Winter 1904/5 hergestellt werden, die den Beweis lieferten, dass auch bei so geringen Dimensionen des Instruments sich sehr brauchbare Resultate erhalten lassen.

Inzwischen hatte ich von Hrn. B. Schmidt in Mittweida (Sachsen), von dessen besonderen Leistungen in der Herstellung parabolischer Spiegelflächen ich gehört hatte, einen Spiegel von 40 cm Durchmesser und 2 m Brennweite zur Ansicht und Prüfung zugeschickt erhalten. Eine Untersuchung dieses Spiegels durch Dr. Eberhard liess eine so grosse Vollkommenheit in der Vereinigung der von verschiedenen Zonen des Spiegels kommenden Strahlen erkennen, dass ich bei Hrn. Schmidt anfragte, ob er sich wohl der sehr mühsamen Arbeit, einen Spiegel vom Öffnungsverhältniss von ungefähr 1 : 2.5 herzustellen, unterziehen wolle. Wir einigten uns nach erfolgter Zusage dahin, dass der Spiegel 40 cm brauchbare Öffnung und 93 cm Brennweite erhalten solle, und dass die Abweichungen der Vereinigung der Strahlen im Brennpunkt, in der optischen Axe gemessen, ±0.1 mm nicht übersteigen dürften. Wie Hr. Schmidt diese Bedingungen erfüllt hat, wird aus dem Nachstehenden erhellen. Ich bemerke noch, dass die Lieferungszeit von nur drei Monaten nach der definitiven Bestellung streng innegehalten worden ist.

Meinen anfänglichen Wunsch, diesem Spiegel eine eigene Montirung zu geben, habe ich zunächst aufgeben müssen, da die Ausführung derselben in ausreichender Weise grössere Kosten und vor Allem längere Zeit erfordert hätte und mein Wunsch, den Spiegel sobald als möglich durch Beobachtungen am Himmel zu prüfen, um mindestens ein Jahr hätte hinausgeschoben werden müssen, da für die neue Montirung auch die Herstellung eines geeigneten Beobachtungsraumes vorzusehen war. Ich habe daher auch diesen Spiegel durch die HH. O. Toepfer & Sohn ähnlich montiren lassen, wie den früher erwähnten von 30 cm Durchmesser, und das Spiegelteleskop mit dem Rohre des kleinen photographischen Refractors fest in Verbindung bringen lassen. Zur Vermeidung zu grosser Belastung dieses Instruments ist der optische Theil und der Ocularansatz des photographischen Rohres abgenommen worden. Das optische Leitrohr des Refractors von 23 cm Öffnung hat als Leitrohr bei den Aufnahmen mit dem Spiegel gedient. Eine weitere Entlastung geschah durch die Verwendung von Nickelaluminium für die Fassung des Spiegels und für die Träger der Cassette. Der Durchmesser des 58 mm dicken Spiegels beträgt 44 cm, die brauchbare Fläche hat 41 cm Durchmesser, die Brennweite ist 92.7 cm. Das aus dünnem Stahlblech hergestellte Rohr hat eine lichte Weite von 47.8 cm, an dem einen Ende ist in einer sehr stabilen Fassung, auf einem Ringe von 30 cm Durchmesser lagernd, der Spiegel angebracht, am an-

deren Ende ist das Stahlrohr durch einen Ring verstärkt, dessen lichte Weite 45.8 cm beträgt. Von ihm gehen drei Streben von 8 mm Stärke aus, die den kreisförmigen Mitteltheil von 90 mm Durchmesser, der die Cassette trägt, halten. Die Vorrichtung zur genauen Einstellung der photographischen Platte in den Brennpunkt sowie zur Neigung derselben zur optischen Axe und einer geringen seitlichen Verschiebung der Platte ist von der Montirung des 30 cm-Spiegels übernommen worden, da sie sich sehr gut bewährt hatte. Die Plattengrösse ist 5 × 5 cm. Zur Einstellung der Platte in den Brennpunkt ist eine Scala mit Nonius angebracht, die durch mikroskopische Ablesung es ermöglicht, bis auf 0.05 mm genau einzustellen. Eine nur 0.1 mm unrichtige Einstellung ist im Stande, das Bild wesentlich zu verschlechtern. Bisher hat sich ein Einfluss der Temperatur auf die Einstellung in den Brennpunkt zwischen den Temperaturen + 5° und — 6°5 C nicht nachweisen lassen.

Nach sorgfältiger Justirung des Teleskops durch Dr. Eberhard und Dr. Ludendorff sind von ihnen von Ende October 1905 ab bei jeder günstigen Gelegenheit Aufnahmen cölestischer Objecte gemacht worden, deren Anzahl leider infolge der ausnahmsweise schlechten Witterung in diesem Winter keine sehr grosse geworden ist. Trotzdem glaube ich aussprechen zu können, dass ich unser Instrument für eines der vollkommensten seiner Art halte, die zur Zeit existiren.

Ich wende mich nun nach diesen allgemeinen Betrachtungen zu den Angaben der Details des Schmidt'schen Spiegelteleskops vom Öffnungsverhältniss 1 : 2.26.

1. Bei den Zonenuntersuchungen ergaben sich für die verschiedenen Zonen des Spiegels nach den Messungen von Dr. Eberhard (E.) und von B. Schmidt (Sch.) für die Vereinigungspunkte der Strahlen folgende Abweichungen, in der optischen Axe gemessen:

Zone Radius	Abweichung E.	Abweichung Sch.	Zone Radius	Abweichung E.	Abweichung Sch.
mm	mm	mm	mm	mm	mm
40	—	0.00	147	+0.01	—
65	—	0 00	150	—	—0.02
70	+0.01	—	160	—	—0.03
80	+0.03	—	165	—0.03	—
90	—	+0.02	170	—	—0.03
100	+0 03	—	180	—	—0.04
110	—	+0.03	185	—0.10	—
115	+0 07	—	190	—	—0.04
125	-	+0 01	195	—0 09	—
135	0.00	—	200	- -	—0.01
140	—	—0.005	205	- -	+0.01

Die Werthe von Eberhard sind etwas grösser als die Schmidt'schen, die letzteren sind aber zuverlässiger. Die Eberhard'schen Messungen liegen nämlich an der Grenze dessen, was sich mit der Methode extrafocaler Bilder erreichen lässt, während Schmidt durch Beobachtungen der Interferenzbilder im Brennpunkt weiter kommen konnte. Bei beiden Bestimmungen ist auch die Lage und die Breite der Zonen, wie aus der Zusammenstellung ersichtlich, eine verschiedene gewesen, was nicht ohne Einfluss auf das Resultat geblieben sein wird. Der Verlauf einer durch die mittelst Beobachtung bestimmten Vereinigungspunkte gelegten Curve spricht sich aber in beiden Beobachtungsreihen sehr deutlich aus. Man hat die in der Axe gemessenen Abweichungen mit dem Öffnungsverhältniss der in Betracht kommenden Zonen zu multipliciren, wenn man die Durchmesser der Bildscheibchen finden will. Für den Maximalwerth ergeben sich bei voller Öffnung des Spiegels Werthe, welche in guter Übereinstimmung mit denjenigen Werthen sind, die aus directen Messungen von Sternbildchen abgeleitet werden.

2. Die kleinsten Bilder von Sternen in der Nähe der Axe habe ich auf verschiedenen Platten und an sehr vielen Sternchen ausgemessen und gefunden, dass die kleinsten, nicht mehr ganz regelmässig erscheinenden, etwas matten Pünktchen 0.015 mm. entsprechend 3."3, gross sind, für den Durchmesser runder, gleichmässig geschwärzter Sternpünktchen ergab sich 0.033 mm oder 7."3.[1]

3. Extrafocale Bilder, bei voller Öffnung des Spiegels angefertigt und unter dem Mikroskop angesehen, sind bei dem Schmidt-schen Spiegel von grosser Regelmässigkeit und lassen durch die Gleichmässigkeit der Lichtvertheilung auf äusserst geringe Zonenfehler schliessen. Es ist ferner interessant, in denselben ein Schattenbild des Plattenhalters mit den drei Streben zu erblicken. Ich halte das für ein vorzügliches Kriterium für die ausserordentliche Güte des Spiegels, da ein solches Bild nur zu Stande kommen kann, wenn die einzelnen Zonen ein und demselben Rotationsparaboloid angehören. Wenn die Axen der einzelnen Zonen nicht genau zusammenfallen, oder wenn die Parabel, welche der Schnittfläche des Paraboloids in der Axe entspricht, nicht gleichmässig verläuft, sondern leichte Wellen bildet, können die Brennpunkte der einzelnen Zonen wohl denselben Abstand vom Scheitel des Paraboloids (wie sich durch Zonenprüfung ergibt) haben, ohne thatsächlich zusammenzufallen. Sie liegen dann in einer Fläche neben einander. Die Sterne können in so einem Falle im Brennpunkt länglich erscheinen (astigmatischer Fehler) oder auch rund, nur von grösserer

[1] Für das Instrument mit 92.7 cm Brennweite bestehen folgende Verhältnisse zwischen linearer Ausdehnung im Brennpunkt und Winkelwerth: 1 mm entspricht 3.'71 = 222."5; 1' = 0.27 mm.

Fig. 1.

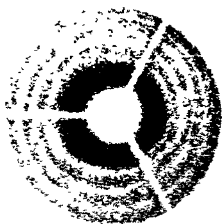


Fig. 2.



Fig. 3.

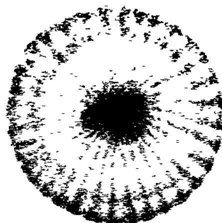
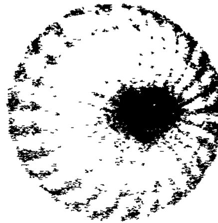


Fig. 4.



Ausdehnung und unregelmässiger begrenzt als in einem vollkommeneren Spiegel.

Ich glaube, dass die vorstehenden Abbildungen, die ich von extrafocalen Sternaufnahmen angefertigt habe, für die Besitzer von Spiegelteleskopen von Interesse sein werden.

Figur 1 ist das extrafocale Bild eines in der Axe befindlichen Sternes. Figur 2 das eines Sternes in einiger Entfernung von der Axe. Beide Figuren beziehen sich auf den Schmidt'schen Spiegel. Die Figuren 3 und 4 sind extrafocale Aufnahmen von Sternen in der Axe bezw. in geringem Abstande von der Axe in einem weniger vollkommenen Spiegel.

4. Coma. Ich hielt es von Interesse, etwas genauere Messungen an den Bildern auszuführen, die bei der Plattenlage im Brennpunkt in verschiedenen Abständen von der Spiegelaxe bei voller Öffnung des Spiegels, also bei dem Öffnungsverhältniss 1 : 2.26 entstehen. Zu dem Zweck ist eine Platte angefertigt worden, auf welcher δ Orionis in der Axe und in Abständen von 10' zu 10' mit gleicher Expositionszeit (eine Minute) aufgenommen worden ist. Da die Gegend des Himmels sternreich ist, ist eine sehr grosse Anzahl schwächerer Sterne auf der Platte enthalten, so dass auch an diesen zahlreiche Messungen ausgeführt werden konnten, deren Resultate ich hier mittheilen will.

Abstand von der Axe	Coma Längsausdehnung	
0'	0.000 mm	0.″0
10	0.040	8.9
20	0.113	25.1
30	0.188	41.8
40	0.278	61.9
50	0.375	83.4
60	0.483	107.5
70	0.595	132.4

Die Messungen sind an sieben Bildern von δ Orionis bis zum Abstand von 60' von der Axe ausgeführt worden, sowie an 23 Bildern von schwächeren Sternen bis zum Abstand von 67'. Die Resultate derselben lassen sich sehr gut durch eine Curve verbinden, aus welcher die Werthe für die Längsausdehnung des Sternbildes für die Abstände von 10', 20' u. s. f. von der Axe entnommen wurden, die in der Tabelle angegeben sind.

Ich habe dann noch aus Messungen an mehreren Sternen auf zwei Platten die Grösse der Coma im Abstande von 56' von der Axe bestimmt bei einer Abblendung des Spiegels auf 24 cm, einem Öffnungsverhältniss von 1 : 3.86 entsprechend, und die Längsausdehnung der Bilder = 0.135 mm oder = 30″ gefunden. Eine Vergleichung dieser Messungsresultate mit den Angaben der oben angeführten Tabelle von Schwarzschild lässt erkennen, dass die Streuung sich geringer ergibt, als nach der Berechnung zu erwarten war.

Ferner habe ich an zahlreichen Sternbildchen das Verhältniss zwischen Längsausdehnung und grösster Breite ermittelt. Dasselbe ist sehr genau 3 : 2. Weiter ergab sich der Winkel, welchen die durch Coma veränderten Sternbildchen an ihrer Spitze bilden, zu genau 60° und die Entfernung der Senkrechten auf die Längsaxe der Figur, welche der grössten Breite entspricht, von der Spitze zu $\frac{2}{3}$ der Längsaxe. Zeichnet man in einen Winkel von 60° Kreise in der Weise ein, dass die Peripherien derselben die Schenkel des Winkels berühren (Fig. 5), so erhält man genau die Figur der Zerstreuungsbilder der Sterne ausserhalb der Axe. Die Lichtvertheilung in denselben habe ich in Figur 6 darzustellen versucht. Bei genügender Lichtstärke wird die ganze Figur so schwarz (im Negativ), dass man keine Abstufung mehr wahrnehmen kann. Es tritt eine geringe Einschnürung vor der Spitze deutlicher hervor, als bei den Bildern schwächerer Sterne, was wohl in dem Auswachsen der intensivsten Stelle in der photographischen Schicht an der Spitze der Figur seinen Grund haben mag. Bei ganz schwachen

Fig. 5.

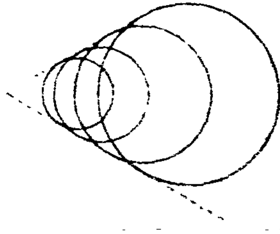
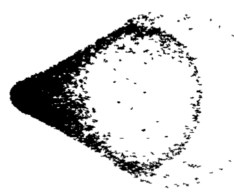


Fig. 6.



Sternchen erscheint die Figur nicht geschlossen: es ist vielmehr nur ein Winkel zu erkennen. dessen Schenkel nach der Spitze zu nach innen geschweift und verbreitert. nach aussen aber vollkommen geradlinig begrenzt erscheinen. Der in der Figur 6 angedeutete Bogen tritt häufig auf. auch erscheinen nicht selten die Sternbildchen mit einem feinen Längsstrich versehen — das Schattenbild eines der Stege, die die Cassette halten —, wenn die Längsausdehnung des Bildchens mit der Richtung eines der Stege zufällig zusammenfällt.

5. Leistungen des Schmidt'schen Spiegels im Vergleich zu anderen Instrumenten.

Über die Leistungen von Spiegeln mit sehr grossem Öffnungsverhältniss liegen nur wenige Daten vor. Mit dem Spiegel der Sternwarte zu Meudon (1 m : 3 m) sind von M. Rabourdin Aufnahmen einiger der bekannteren Nebel gemacht worden, über die M. Janssen in den Comptes Rendus T. 126 und T. 128 berichtet hat. Aus den nicht weiter in's Detail gehenden Beschreibungen lässt sich kein Anhalt dafür gewinnen, dass das benutzte Instrument hervorragende Eigenschaften besässe und ein Fortschritt anderen Instrumenten gegenüber zu constatiren sei. Im Gegentheil geben die wenigen, allerdings nicht sehr gut reproducirten Abbildungen in den Comptes Rendus T. 128 nur Zeugniss davon. dass entweder die Focussirung der Platte ungenügend gewesen oder dass der Spiegel nicht fehlerfrei ist. Besonders in den Bildern vom Sternhaufen im Hercules, die bei verschiedenen Expositionszeiten hergestellt worden sind. erscheinen die Sterne nicht als Scheibchen, sondern als unregelmässig elliptische Ringe mit oder ohne sternartigen Kern.

Der höchst interessante Versuch Schaeberle's[1], einen Spiegel im Öffnungsverhältniss 1 : 1.54 herzustellen, scheint zwar gelungen zu sein, doch konnten aus der geringen Anzahl von Aufnahmen bisher die

[1] Astronom. Journal. Vol. XXIII, Nr. 539: J. M. Schaeberle, On the Photographic Efficiency of a 13-inch Reflector of 20-inches Focus.

Vortheile meiner Ansicht nach nicht sicher genug festgestellt werden. Der citirten Abhandlung ist eine photographische Abbildung des Ringnebels in der Leier beigefügt, die jedoch nichts Auffallendes zeigt. Die wohl schon zu starke Vergrösserung (75 mal) der vom Verfasser zur Veröffentlichung beigegebenen Photographie ist durch die Herausgeber leider noch auf das Doppelte gebracht worden, so dass in Folge des stark hervortretenden Silberkorns fast jedes Detail und jeder Anhalt, sich über die Feinheit der Zeichnung des Spiegels eine Vorstellung zu machen, verloren geht. In zwei weiteren Abhandlungen[1] hat SCHAEBERLE nochmals Beobachtungen über den erwähnten Ringnebel und über den Dumbbell-Nebel mitgetheilt. Auch hier sind die Bilder stark vergrössert worden, 22 mal bezw. 15 mal. Von dem Vorhandensein einer spiraligen Structur, die bei längerer Exposition in den äusseren Theilen dieser Nebel, sowie auch bei den Nebeln in der Nähe von γ Cassiopejae und bei der Gruppirung der Sterne im Sternhaufen des Hercules hervortreten soll, habe ich mich nach den Photographien nicht überzeugen können.

Leider war es in Folge der ungünstigen Witterung im vergangenen Herbst nicht möglich, hier Aufnahmen vom Ringnebel in der Leier und vom Dumbbell-Nebel zu erhalten. Die Nebel um γ Cassiopejae sind auf unseren Aufnahmen in vollkommener Übereinstimmung mit denen auf den Aufnahmen von ROBERTS.[2]

Das, was SCHAEBERLE über die auffallend grosse Lichtstärke seines Instruments in Bezug auf Abbildungen schwacher Sterne sagt, wird jedoch durch die hier gemachten Beobachtungen, wie ich weiter unten zeigen werde, bestätigt.

Da mir sonst nichts weiter über Spiegel mit relativ sehr kurzer Brennweite bekannt ist, bleibt nur übrig, die hier in Potsdam bisher erhaltenen Resultate mit denen von ROBERTS mit einem Spiegel von 51 cm Durchmesser und dem Öffnungsverhältniss 1 : 5 auf seinem Privatobservatorium und denen von KEELER mit dem CROSSLEY-Reflector mit einem Spiegel von 91 cm Durchmesser und dem Öffnungsverhältniss 1 : 6 auf dem LICK-Observatorium gewonnenen zu vergleichen.

Der SCHMIDT'sche 41 cm-Spiegel gibt bei voller Öffnung schon bei zwei Minuten Exposition von den Plejadennebeln die hellsten Partien. Bei 30 Minuten Expositionsdauer tritt alles Detail hervor, welches auf den Aufnahmen von KEELER mit dem CROSSLEY-Reflector in vier Stunden

[1] Astronom. Journal. Vol. XXIII, Nr. 547: The Ring-Nebula in Lyra, and the Dumb-Bell-Nebula in Vulpecula, as great Spirals. Nr. 552: On the Spiral Character of the Nebulosities surrounding γ Cassiopejae.

[2] Selection of Photographs of Stars, Star Clusters and Nebulæ, Bd. II, S. 159. Taf. 25.

erhalten wurde, und etwas mehr, als die vierstündige Aufnahme von Roberts[1] gibt. Das brauchbare Gesichtsfeld ist jedoch bei dem 41 cm-Spiegel mit voller Öffnung zu klein, um die Plejaden auf einer Platte darzustellen, wie es mit Teleskopen von geringerem Öffnungsverhältniss möglich ist.

Die Nebel um γ Cassiopejae sind bei voller Öffnung in 40 Minuten so deutlich erschienen als bei den Aufnahmen von Roberts 1895 Oct. 25 (Bd. II, S. 159, Taf. 25) in 90 Minuten.

Hind's variabler Nebel bei T Tauri, den Keeler[2] mit dem Crossley-Reflector durch vier Stunden lange Exposition erhalten hat, ist auf einer Aufnahme mit dem Schmidt'schen Spiegel von nur zwei Stunden Expositionsdauer deutlich zu erkennen.

Fig. 7.



Nebel bei ζ Orionis.

Eine zweistündige Aufnahme des Crab-Nebels (N. G. C. 1952, h 357) übertrifft die von Roberts[3] in drei Stunden erhaltene. Dem phantastischen Bilde des Nebels, welches nach dem Anblick im grossen Reflector (183 cm Öffnung) von Lord Rosse entworfen worden ist, und dem der Nebel den Namen Crab-Nebel verdankt, gleichen die Photographien nicht. Der hellere Theil des Nebels hat die Gestalt eines Rhombus; die äussere Begrenzung ist zwar unregelmässig und zeigt an einer Stelle eine sehr starke Einbuchtung, Ausläufer in der Art der erwähnten Zeichnung sind jedoch nicht zu erkennen. Die zahlreichen Sterne in der Nähe des Nebels, welche die Aufnahme von Roberts zeigt, sind alle auf der

[1] A. a. O. Bd. I, S. 47, Taf. 11.
[2] Monthly Notices LX, S. 424.
[3] A. a. O. Bd. I, S. 53, Taf. 14.

hiesigen Aufnahme zu finden, ja es sind noch einige mehr vorhanden; der Nebel erstreckt sich etwas weiter als auf der Aufnahme von Roberts.

Die sehr interessanten Nebel um ζ Orionis (N.G.C. 2023 und 2024), selbst auch der matte Nebelstreifen, der an einer Stelle ganz scharf geradlinig begrenzt und mit einem kreisförmigen, scharf begrenzten Ausschnitt versehen ist, sind schon auf einer 10 Minuten lang exponirten Platte sichtbar. Von diesen Nebeln ist mir nur eine schöne Aufnahme von Hrn. v. Gothard, die mit einem Spiegelteleskop von geringerem Öffnungsverhältniss in circa acht Stunden erhalten wurde, zur Hand. Die vorstehende Skizze (Fig. 7) hat Dr. Münch nach einer zweistündigen Aufnahme mit dem Schmidt'schen Spiegel bei einer Abblendung desselben auf 31 cm angefertigt. Nur in der Nähe der Nebelpartien sind auch die schwächsten Sterne mit angegeben worden.[1]

Um ein grösseres Gesichtsfeld zu erhalten, ist bei Aufnahmen verschiedener Objecte von grösserer Ausdehnung der 41 cm-Spiegel auf 24 cm abgeblendet worden. Das Öffnungsverhältniss ist dann 1 : 3.86. Nach Abzug der von der Vorrichtung zum Halten der Platte beschatteten Spiegeltheile ergibt sich für den Durchmesser der zur Verwendung kommenden Spiegelfläche nur 21.7 cm.

Auf einer einstündigen Aufnahme des Orionnebels sind nun alle Details im Nebel zu erkennen, welche die Aufnahme von Roberts[2] bei 3 Stunden 25 Minuten langer Exposition enthält, auch sind alle Sterne gekommen, die auf der genannten Aufnahme sichtbar sind. Die mittleren helleren Theile des Nebels, die auf der einstündigen Aufnahme etwas überlichtet waren, konnten auf feinkörnigen, weniger empfindlichen Platten bei 10 Minuten bezw. 30 Minuten Belichtung vortrefflich dargestellt werden.

Von dem interessanten Spiralnebel M. 33 im Triangulum (N. G. C. 598, h 131) ist bei zweistündiger Exposition mit dem Öffnungsverhältniss 1 : 3.86 ein sehr schönes Bild angefertigt worden, das jedoch in Folge seiner geringen linearen Ausdehnung in Bezug auf feinstes Detail nicht ganz die in $3\frac{1}{2}$ Stunden erhaltene Aufnahme mit dem Crossley-Reflector an Güte erreicht, aber doch sehr nahe kommt. Der Aufnahme von Roberts von $2\frac{1}{4}$ Stunden Expositionsdauer (a. a. O., Bd. II, S. 65, Taf. 10) steht die Potsdamer Aufnahme nicht nach.

Im Hercules-Sternhaufen sind bei der Abblendung auf 24 cm in 5 Minuten so viel Sterne gekommen, als auf einer Aufnahme von 60

[1] Die Zeichnung und noch besser das Original stimmen gut mit der Photographie von Roberts (Astrophys. Journal Vol. XVII, Pl. IV) überein, auf welche ich während des Drucks dieser Abhandlung aufmerksam gemacht wurde. Angaben über die Expositionsdauer hat Roberts nicht gemacht.

[2] A. a. O. Bd. I, S. 59, Taf. 17.

bis 120 Minuten mit dem 32.5 cm-Objectiv des Potsdamer photographischen Refractors.

Eine Aufnahme der ausserordentlich sternreichen Gegend um γ Cassiopejae zeigt bei 60 Minuten Exposition viel mehr Sterne, als die von Roberts auf Taf. 4 wiedergegebene Abbildung seiner Aufnahme vom 17. Januar 1890 (a. a. O., Bd. I, S. 33) bei 90 Minuten, auch sind die Nebel in der Nähe des Sternes sehr deutlich zu erkennen, die auf dieser Roberts'schen Aufnahme nicht erschienen sind.

Diese Beispiele werden genügen, bei richtiger Beachtung der Grössenverhältnisse der Instrumente, mit deren Leistungen die des Schmidt'schen Spiegels verglichen wurden, die Leistungsfähigkeit dieses Spiegels, die einestheils in dem grossen Öffnungsverhältniss, andererntheils aber in der vollendeten Form desselben begründet ist, darzuthun.

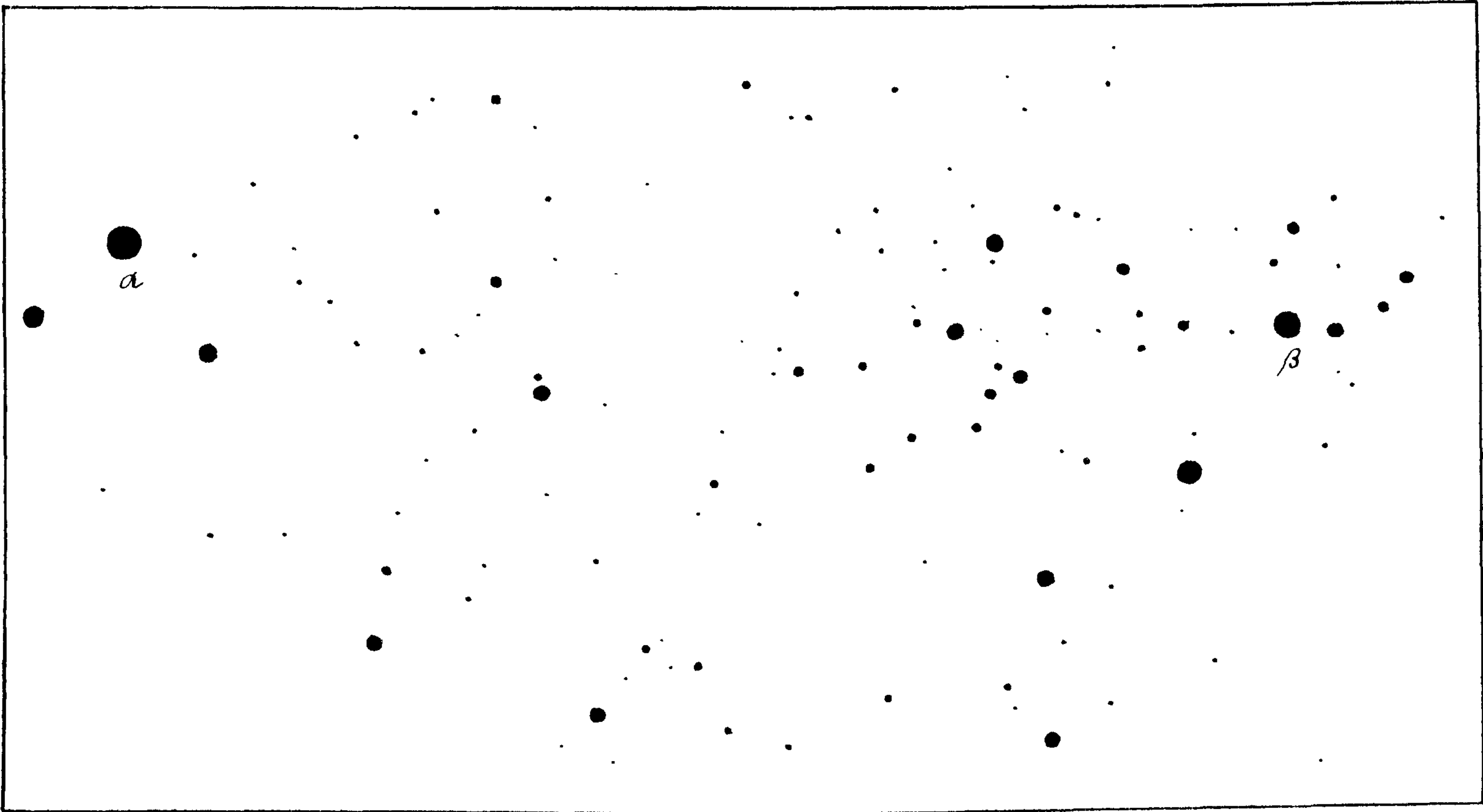
Über die Lichtstärke in Bezug auf die Abbildung schwacher Sterne möge aber noch Folgendes mitgetheilt werden.

Es sind von Hrn. R. H. Tucker[1] auf dem Lick-Observatorium von verschiedenen Theilen des Himmels kleine Karten angefertigt worden, auf denen alle Sterne, die mit dem grossen Refractor von 91.5 cm Öffnung bei guter Luft nur eben sichtbar waren, eingezeichnet sind. Wir haben bisher nur eines dieser Kärtchen (Karte III, Gegend bei ϵ Orionis) prüfen können und das erfreuliche Resultat erhalten, dass bei einer Exposition von nur 10 Minuten bei voller Öffnung des Schmidt'schen Spiegels nicht nur alle die schwächsten Sterne 16-17. Grösse, die in dem mächtigen Lick-Instrumente sichtbar sind, erhalten wurden, sondern dass die Zahl der schwachen Sterne eine erheblich grössere ist, obgleich zur Zeit der Aufnahme die Versilberung des Spiegels, die oft erneuert werden muss, schon merkbar gelitten hatte.

Dr. Münch hat auf Grund einer Ausmessung dieser von Dr. Eberhard und Dr. Ludendorff gemachten Aufnahme ein Kärtchen angefertigt, auf dem alle Sterne, die deutlich als solche zu erkennen waren, eingetragen sind. Dabei konnten auch einige Ungenauigkeiten in der Tucker'schen Zeichnung berichtigt werden, und ich glaube, dass die Wiedergabe dieser Karte (Fig. 8) von Interesse sein wird. Die Karte erstreckt sich in Declination etwas weiter als die Tucker'sche, dagegen umfasst sie in Rectascension nur etwa die Hälfte derselben. Auf gleichen Theilen der Tucker'schen Zeichnung und der hier angefertigten Photographie befinden sich auf ersterer 44 Sterne schwächer als 12. Grösse, während die Photographie 61 Sterne unter dieser Grössenclasse erkennen lässt.

[1] Publicat. of the Astron. Society of the Pacific. Vol. VIII, p. 95.

Fig. 8.



Sternreiche Gegend, 4 Minuten auf *e* Orionis folgend.

α $6^{m}.8$ (BD $-1°1004$) 1900.0 $5^{h}\,35^{m}\,46^{s}$ $-1°\,10'\,53''$
β 8.4 (BD -1 990) 1900.0 5 33 51 -1 13 37.

Ich hoffe, dass mit dem schönen Spiegel noch interessante Resultate zu Tage gefördert werden, besonders auch, wenn eine Verbindung des Spiegels mit einem geeigneten Spectrographen gelingt. Die Aussicht hierzu liegt allerdings noch etwas fern, da zunächst das Spiegelteleskop eine eigene Montirung erhalten muss, um damit ungestört längere Beobachtungsreihen durchführen zu können, was jetzt, in der provisorischen Verbindung des Instruments mit dem photographischen Refractor, nicht möglich ist; zudem kann dieses vortreffliche Instrument auch nur vorübergehend in dem theilweise demontirten Zustand belassen werden. Ferner ist die Construction eines Spectrographen, dessen optische Theile aus Bergkrystall herzustellen sein würden, noch zu ersinnen und in praktische Formen zu kleiden. Dann ist ein geeignetes Schutzhäuschen zu beschaffen, das ich so einzurichten gedenke, dass es leicht transportabel ist, in der Hoffnung, das kleine vorzügliche Teleskop an einer geeigneteren Stelle als in Deutschland und besonders in der Potsdamer wasserreichen Gegend aufstellen zu können, um dasselbe voll auszunutzen. In erster Linie werden aber die Kosten für die sehr wünschenswerthe und auf jeden Fall sicheren Erfolg versprechende Erweiterung der instrumentellen Mittel des Observatoriums aufzubringen sein.

Adresse an Hrn. Franz Buecheler zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum am 13. März 1906.

Hochgeehrter Herr College!

Zur Wiederkehr des Tages, an dem Sie vor 50 Jahren an der Rheinischen Hochschule den Doctorhut erwarben, entbietet Ihnen die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften Gruss und Glückwunsch.

Die seltene Feier weckt die Erinnerung an Ihre Erstlingsschrift, eine grammatische Untersuchung subtilster Art, ausgeführt an einem epigraphischen Stoff, die hervorgegangen aus den glänzenden Zeiten der Bonner Schule, die an Ritschl's Namen sich knüpfte, selbst ein beredtes Zeugniss ist von dem Betriebe philologischer Wissenschaft, den Ritschl's Geist und Energie befruchtete und lenkte. Ihrem Werke hat der Meister selbst das Geleit gegeben und Sie und Ihre Schrift in Beziehung gesetzt zu dem damals unter Mommsen's Aegide reifenden grossen Unternehmen einer Sammlung der Römischen Inschriften. Das gab für lange einem Theile Ihrer wissenschaftlichen Arbeit Ziel und Richtung, und wer heute auf die Anfänge zurückblickt, darf bekennen, dass alle Hoffnungen, die Sie bei dem ersten Schritt auf der Bahn der Wissenschaft erregten, sich in reichem Maasse erfüllt haben. Nicht zu reden von den zahllosen immer scharfsinnigen, immer fördernden Einzelbeiträgen zu diesem Gebiet. Sie haben Ihren Namen der epigraphischen Litteratur auf immer eingezeichnet durch das viele Jahre sorgsam gepflegte, mit bewundernswerther Einsicht und Umsicht ausgeführte Werk der *Anthologia epigraphica.* Und als die Akademie unlängst Hand anlegte an die Erneuerung von Mommsen's erstem Bande des *Corpus inscriptionum Latinarum*, fand sie, da den Begründer die Erde deckt, bei Ihnen als dem bewährtesten Kenner und berufensten Beurtheiler inschriftlicher Tradition den Rath und die Unterstützung, die sie begehrte.

Von den lateinischen Inschriften führte Sie frühzeitig der Weg zu den Denkmälern der verwandten italischen Dialecte, deren Erforschung Ihnen um so besser gelang, je mehr sie mit der Erkenntniss des alten und ältesten Latein sich verband. Es ist leicht ersichtlich, wie viel die Iguvinischen Tafeln und die Reste der oscischen Mundart

Ihrem methodischen Sinne zu danken haben, mit dem Sie die doppelte Aufgabe lösten, die Räthsel der sprachlichen Form zu entziffern und den Gedankengehalt auszuschöpfen und zur Aufklärung antiker Sitte zu verwerthen.

Aber nicht bloss was in Stein oder Erz gegraben, hat Ihren Forschertrieb gereizt, Sie haben nicht minder der Schriftstellersprache Ihre Aufmerksamkeit zugewendet, und die Entwickelung des Latein von Plautus bis Petronius und noch tiefer hinab mit feinem Verständniss verfolgt, haben was Dichterlaune schafft oder der Volksmund in unbewusster Schöpfung erzeugt zu deuten gewusst und die Mannichfaltigkeit lateinischer Formbildung an Einem Theile wenigstens in dem belehrenden Büchlein über die lateinische Declination zur Anschauung gebracht.

Zwar sind alle Ihre Leistungen getragen von dem hellen Verstande des Kritikers, der keinen Schritt thut, ohne sich Rechenschaft zu geben, und Voraussetzungen scharfen Auges prüft, bevor er Schlüsse zieht; aber den ausgebreitetsten Boden fand die Bethätigung dieses Talentes an den Werken der antiken Litteratur, und griechische wie römische Schriftsteller aller Zeiten und aller Gattungen, handschriftlich überlieferte wie in Herculanensischen Rollen aufbewahrte, weisen neidenswerthe Proben Ihres glücklichen Scharfsinnes auf. Wer, um Weniges zu nennen, Ihre wiederholte Bearbeitung von Petronius Satirae nebst den Überresten Varronischer Satire, des Persius und Iuvenalis mehrmals erneuerte, immer eindringlicher die Quellen ausbeutende und mit glänzenden Berichtigungen ausgestattete Textesgestaltung, Ihre zuerst das Verständniss eröffnende Edition der neu aufgefundenen Mimiamben des Herondas prüft und betrachtet, kann sich leicht überzeugen, was philologische Kritik zu leisten und welche Triumphe sie unter Ihren Händen gefeiert hat, kann auch das erkennen, dass Ihre Handhabung derselben dem Ideal entspricht, das Sie einst in einer unvergessenen Rede gezeichnet haben.

In gerechter Würdigung Ihrer hohen Verdienste um die philologische Wissenschaft hat die Akademie Sie schon 1882 den correspondirenden, im Jahre 1900 den auswärtigen Mitgliedern ihrer philosophisch-historischen Classe zugewählt und freut sich heute mit inniger Theilnahme, Ihr schönes Jubelfest zu begleiten, das Ihnen an demselben Orte zu begehen vergönnt ist, an welchem Sie die nun ein halbes Jahrhundert alte ehrenvolle *laurea* empfangen haben. Von Bonn als Jüngling ausgegangen, nach Bonn als reifer Mann zurückgekehrt, haben Sie, nach zwei vorangegangenen Epochen ausgezeichneter philologischer Wirksamkeit, deren Eigenart Sie jüngst selbst beschrieben, eine dritte inaugurirt und in Gemeinschaft mit dem zu früh dahin-

geschiedenen USENER viele Jahre den Ruf der vornehmsten philologischen Bildungsstätte hochgehalten, indem Sie mit ihm eine Schule begründeten, aus der wie einst aus Isocrates *ludus tamquam ex equo Troiano meri principes* hervorgegangen sind.

Wenn Sie jetzt, des Lehramtes müde, von der akademischen Thätigkeit sich zurückziehen, so nehmen wir gern an, dass Sie um so eifriger wissenschaftlicher Production sich hinzugeben beabsichtigen. Möge Ihnen dazu noch lange Kraft und geistige Frische verbleiben.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 22. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff trug vor über neue Bruchstücke griechischer Dichter aus der ägyptischen Abtheilung der Königlichen Museen.

Es sind Reste von Rollen und Büchern: sie enthalten Bruchstücke der hesiodischen Kataloge (mindestens zwei), von Sophokles (Achäerversammlung), Euripides (Phaethon, Kreter), von zwei attischen Komödien, einem hellenistischen Epos, von seltsamen Anapästen (Kassandra spricht), von Gedichten auf den Tod von Rhetoren der Schule von Berytos aus dem 4. Jahrhundert. Von erhaltenen Schriften sind besonders die Reste einer Aristophaneshandschrift (namentlich Acharner) und einer des Nonnos (Buch 14 und 15) bemerkenswert.

2. Hr. Erman legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. Kurt Sethe in Göttingen vor: Eine ägyptische Expedition nach dem Libanon im 15. Jahrhundert v. Chr.

Sen-nufe, ein Schatzmeister König Thutmosis' III. (um 1500 v. Chr.), berichtet in seinem Grabe, dass er nach Byblos in Phönicien gesandt wurde und dort auf dem Gebirge Cedern fällen liess.

Eine ägyptische Expedition nach dem Libanon im 15. Jahrhundert v. Chr.

Von Prof. Dr. Kurt Sethe
[illegible]

(Vorgelegt von Hrn. Erman.)

Seit den ältesten Zeiten finden wir bei den Ägyptern das Holz der Zeder, ägypt. [Hieroglyphen] ʿš[1], und das »Öl« dieses Baumes (*ḥ3tt nt ʿš*) in ausgedehntem Maße verwendet. Für größere und prächtige Bauten, für Schiffe und Geräte, die höheren Ansprüchen genügen sollten, fehlte es in Ägypten an passendem Bau- und Nutzholz. Der Bestand an Bäumen war schon damals augenscheinlich außerordentlich schwach und das Holz, das die knorrigen Akazien und Sykomoren des Landes lieferten, war zu besseren Tischler- und Zimmerarbeiten nicht zu gebrauchen.

Die Quelle, aus der die Ägypter das für ihre großen Bauten unentbehrliche Zedernholz bezogen, war der Libanon. Als solcher begegnet er uns unter seinem Namen *Rmnn*[2] nur selten in den ägyptischen Inschriften.[3] Gewöhnlich wird die Heimat des Zedernholzes schlechtweg als *ḫtjw* »Treppe« (genau *ḫtjw nw ʿš* »Zederntreppe«) bezeichnet, ein Ausdruck, den man auch für die Küstengebirge des »Malachitlandes« (*ḫtjw Mfk3t*, d. i. die Sinaihalbinsel) und des Weihrauchlandes (*ḫtjw ʿntjw nw Pwnt* »Myrrhentreppe von Punt«, wohl an der Somaliküste) gebraucht. Daneben kommt endlich auch oft die

[1] Daß *ʿš* die Zeder bedeutet, wird trotz der Ausführungen von Breasted (in s. New chapter) noch immer von Manchen mit Unrecht bezweifelt. Die in Anm. 3 mitgeteilte Bezeichnung *ʿš n Rmnn* widerlegt diese Zweifel wohl endgültig.

[2] *r* bezeichnet wie gewöhnlich das fehlende *l*; für die Verwendung von *m* für *b* vgl. mein Verbum I §§ 210. 220.

[3] *ʿš n Rmnn* (Var. *Rmnnn*) findet sich z. B. in der Bauinschrift Amenophis III. am Sockel des von ihm erbauten Tempels von Luksor; aber auch sonst. — Es sei hierbei auch an die bekannte Darstellung in den Reliefs von Sethos I. zu Karnak erinnert, wo die »Großen von *Rmnn*« Zedern fällen.

Bezeichnung *ḫntš* »Wald« (eigentlich Garten) vor[1], und zwar schon im alten Reich.[2]

Als Ausgangspunkt für die Ausfuhr des Zedernholzes nach Ägypten wird man nach der oben erwähnten Erzählung des Un-amun die Stadt Byblos, ägypt. *Kpnj*, ansehen dürfen. Sie muß nach manchen Anzeichen in uralten Beziehungen zum Niltal gestanden haben[3]: davon legt ja auch schon die Tatsache Zeugnis ab, daß die Ägypter ihre großen Seeschiffe ganz allgemein, auch wenn sie nach ganz anderen Küsten (z. B. nach Punt) gingen, als *Kpnwt* »Byblosfahrer« bezeichneten.[4]

So lebhaft nach alledem der Verkehr zwischen Ägypten und dem Libanon seit alters gewesen sein muß, so besitzen wir doch nur wenige direkte Nachrichten darüber. Außer der von Breasted erkannten lakonischen Angabe des Palermosteines, daß unter Snefru (3. Dynastie) einmal »40 Schiffe voll Zedernholz gebracht« worden seien und der bekannten abenteuerlichen Geschichte des Un-amun, der im Auftrag des Ḥri-ḥor Zedernholz für die Götterbarke des thebanischen Amon holen sollte, fehlte es an jeder weiteren Nachricht über diesen Gegenstand.

Bei den Arbeiten, die ich im Winter 1904/05 im Auftrage der Akademischen Kommission für das Wörterbuch der ägyptischen Sprache in den Ruinen Thebens auszuführen hatte, hatte ich die Freude, in einem Grabe des Hügels von Schech Abd el Gurna, das bisher nur von einem Reisenden besucht[5] und von Niemandem näher untersucht worden zu sein scheint, Bilder und Inschriften aufzufinden, die eine Expedition nach dem Libanon unter König Thutmosis III. (15. Jahrhundert v. Chr.) betrafen. Das Grab gehörte einem gewissen Sen-nufe ( ), der unter König Thutmosis III.[6] das einflußreiche Amt eines Oberschatzmeisters ( ) bekleidete und uns auch durch andere Denkmäler, darunter eines auf der Sinaihalbinsel, wohl bekannt ist.[7] Wie die meisten thebanischen Privatgräber, die seit längerer Zeit offen stehen und von Fellachen bewohnt werden, befindet sich

[1] Im neuen Reich z. B. öfter, in den Inschriften neben den Nischen für die Flaggenmaste, die die Pylonen der Tempel schmückten (Karnak, Medinet Habu).

[2] Davies, Deir el Gebr. II 13. Eine vierte Bezeichnung für den Libanon ist wohl in dem Ausdruck *ḫt pꜣ ʿš* »Zederngebirge« (vgl. ⲓⲁϩⲧ-ϫⲟⲉⲓⲧ »Ölberg«) des Papyrus d'Orbiney zu erkennen.

[3] Es sei hierfür auf Ermans Ausführungen in ÄZ. 42, Heft 2 verwiesen.

[4] Urkund. d. ägypt. Altert. IV, 323.

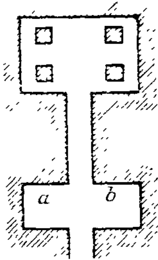
[5] Vgl. Newberry, Proc. Soc. bibl. arch. 22, 61.

[6] Der Name des Königs steht über der Türe, die aus dem ersten Saale zu den hinteren Räumen des Grabes führt.

[7] Sie werden im 7. Hefte der Urkund. d. ägypt. Alt. IV zusammen mit den wichtigeren Inschriften des Grabes veröffentlicht werden.

auch dieses Grab in einem traurigen Zustande der Zerstörung. Es sind eigentlich nur noch kleine Fetzen von Inschriften in ihm erhalten, die uns gerade noch ahnen lassen, welche merkwürdigen Nachrichten uns durch die Zerstörung dieser Texte unwiederbringlich verloren gegangen sind.[1]

Die Expedition, die Sen-nufe im Auftrage seines Königs nach dem Libanon unternahm, muß ein Hauptereignis seines Lebens gewesen sein. Die Darstellungen, die sie verewigten, nahmen die ganze hintere Längswand des großen Quersaales der Grabanlage (*a*, *b* in der Skizze) ein, eine Stelle, die in den Gräbern jener Zeit regelmäßig für die Staatsereignisse aus dem Leben des Verstorbenen vorbehalten ist, vermutlich weil sie dem Eintretenden zuerst in die Augen fällt. Fast überall sehen wir an dieser Wand zu beiden Seiten der Türe, die zu den hinteren Räumen führt, der Türe zunächst und ihr den Rücken zuwendend den regierenden König unter seinem Tronhimmel sitzend dargestellt. Vor ihm tritt dann einmal von rechts, das andere Mal von links her der Verstorbene.



So auch hier. Das Bild links von der Türe (bei *a*) stellte die Audienz dar, in der der König dem Sen-nufe den Auftrag zu der Reise erteilte. Unter den spärlichen Resten, die sich von der Rede des Herrschers[2] erhalten haben, erkennen wir in den Zeichen [Hieroglyphen] die Angabe des Reisezieles, die *ḫtjw šps[w nw ʿš]* »herrliche Treppe der Zedern«, die gewöhnliche Bezeichnung für den Libanon, von der oben die Rede war. Die grüne Farbe, in der das Zeichen der Treppe gemalt ist, läßt keinen Zweifel, daß wir es mit der Ortsbezeichnung für Küstengebirge zu tun haben.

Auf die Worte des Königs antwortete Sen-nufe mit einer längeren Rede, in der er, wie es sich für einen Ägypter geziemte, den König, seine Weisheit und Güte pries. Was davon erhalten ist (es ist freilich auch nicht viel), nimmt auf den Auftrag des Königs nicht direkt Bezug. Daß es dieser Auftrag ist, für den er seinem Herrn dankt und dessen sorgfältige Ausführung er ihm zusagt, müssen wir jetzt — und mußte man vielleicht auch einst schon — zwischen den Zeilen lesen.

Wenden wir uns nun dem zweiten Bilde zu, das rechts von der Türe (bei *b*) dargestellt ist. Hier sehen wir den Verstorbenen von seiner Reise zum König zurückkehrend. Ihm folgen die Soldaten, ohne die eine solche Unternehmung natürlich nicht ausgeführt werden

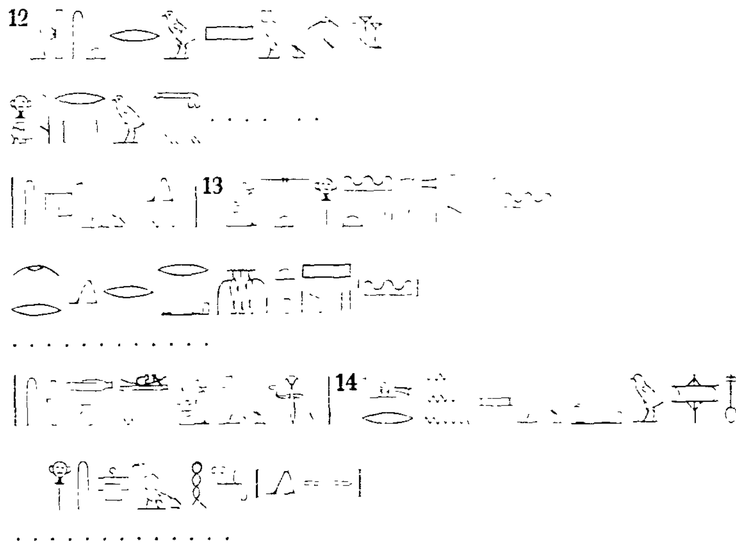
[1] Eine lange Inschrift beschrieb die amtliche Laufbahn des Sen-nufe; andere Beischriften zu Bildern schilderten seine Amtstätigkeit und die Ehren, die ihm der König erwiesen hatte.

[2] Sie war rückläufig geschrieben.

konnte, und die Leute, die die Beute der Expedition auf Schleifen und mit Stangen herbeibrachten. Woraus diese Beute bestand, ist aus dem Bilde leider nicht mehr zu erkennen. Über Sen-nufe selbst stand nun der Bericht, den er dem König erstattete. Auch er ist, wie die anderen Inschriften stark verstümmelt; immerhin sind doch die Anfänge der ersten zwei und der letzten neun Zeilen, zum Teil in größeren Stücken erhalten, und nur drei Zeilen (3—5) dazwischen sind ganz verloren. Der Text lautet mit den Ergänzungen, die sich aus dem Zusammenhange ergeben, so:

[1] Im Original ist durch das durchgelegt.

[2] So öfter in dieser Zeit für das Pronomen *st*.



Der Text beginnt zunächst mit einer objektiven Einleitung in 3. Person: »**1** Der Fürst und Edle [der einzige Freund des Königs Sen-nufe ist glücklich heimgekehrt, nachdem er gefahren war auf dem] Meere **2** (und) gelandet war [in . . . . .]«[2]. Die folgenden Sätze, die die Ankunft des Sen-nufe am Königshof meldeten und ihn das Wort nehmen ließen, sind in der großen Lücke, die zwischen Zeile 2 und 6 klafft, verloren. Was von dem folgenden Bericht, den Sen-nufe in 1. Person abstattet, erhalten ist, lautet in Übersetzung also:

. . . . **6** geschehen(?) an meinem Aufenthaltsorte. Es ward hell das Gesicht [meiner Leute][3] . . . . **7** Ich ging zu diesem meinem Zelte(?)[4] . . . . . **8** über den Wolken. Ich trat ein in den Wald . . . . . [Ich] **9** brachte ihr dar ein Opfer von unendlich vielen Dingen für das [Wohl deiner Majestät] . . . . . **10** darunter (inter ea). Byblos hat sie (plur.) gegeben seinem[5] Lieblingshorus[6] (dem Könige). Es(?) gibt . . . . **11** von den Auserlesensten davon. Ich brachte (welche von) 60[7] Ellen

---

[1] für den Genitivexponenten findet sich auch sonst im Grabe des Sen-nufe.

[2] Die Ergänzungen ergeben sich aus Zeile 13/14.

[3] *ḥd ḥr* bedeutet nach den Belegen, die das Berliner Wörterbuch-Material bietet, etwas wie »froh sein«.

[4] Das zerstörte männliche Wort, das hier steht, wird nach den Zeichenresten gewiß »Zelt« sein.

[5] Suffix 3 fem. sing., bezüglich auf *Kpnj* »Byblos«, das wie alle Ortsnamen als Femininum behandelt ist.

[6] Oder bedeutet *n ist ib-s* hier etwa »wegen seines (des Ortes) Herzenswunsches«, d. i. »aus eigenem Antriebe«?

[7] Die Zahl 60 schien mir am Original wegen der Anordnung der drei erhaltenen ∩ sicher.

Länge .... **12** Sie waren ....[1] Ihre Spitze war dick .... **13** Ich [brachte] sie (plur.) [herab][2] über das Gebirge des Gotteslandes.[3] Man gelangte zum Rande des Waldes .... [Ich fuhr auf dem] **14** Meere mit gutem Segelwind und landete [in Ägypten] ....«

Diese stark fragmentierte Erzählung bedarf einiger Worte der Erklärung. Wo der Bericht des Sen-nufe jetzt beginnt, treffen wir die ägyptische Expedition bereits auf phönizischem Boden, und zwar wie das folgende »dieses mein Zelt(?)« wahrscheinlich macht, in ihrem Zeltlager. Irgend etwas hat sich ereignet, das die Leute des Sen-nufe froh machte. In Zeile 7 lesen wir dann, daß sich Sen-nufe zu seinem Zelte begab. Die nach der Lücke dann folgenden Worte in Zeile 8 »über den Wolken« beziehen sich offenbar auf die Höhen des Gebirges, das sich über die Wolken erhob. Für einen Ägypter wird das ein großartiges Naturwunder gewesen sein und man könnte sogar auf den Gedanken kommen, das frohe Ereignis, von dem vorher die Rede war, damit in Verbindung zu bringen. In den unmittelbar folgenden Worten »ich trat ein in den Wald« liegt dasselbe Wort für »Wald« (*ḫntš*) vor, das oben als Bezeichnung für die Heimat des Zedernholzes erwähnt wurde. Es kehrt weiterhin (in Zeile 13) noch einmal wieder und ist dort nicht in dem engen Sinne von Gehölz (silva), sondern in dem weiteren von »Waldgebirge« (saltus) aufzufassen. Es ist daher möglich, daß es auch hier ebenso zu fassen ist und daß die Ägypter also erst jetzt das Gebirge betreten und daß sich, was vorher erzählt wurde, also noch an der Küste abgespielt hätte. Im Gebirge angelangt suchen sich die Ägypter erst des Wohlwollens der Gottheit des Ortes zu vergewissern. Ehe sie mit dem Fällen der Bäume beginnen, wird ihr, einer Göttin, ein großes Opfer zum Wohle des Königs dargebracht. Genau ebenso war man auch unter Hatschepsowet bei der großen Expedition nach dem Weihrauchlande Punkt, die im Tempel von Der el bahri dargestellt ist, ver-

---

[1] *špś r wšm* ein häufiger Ausdruck, der irgend eine gute Eigenschaft bezeichnet und sich mehrfach im Zusammenhang mit »wahr handeln« gebraucht findet. Die genaue Bedeutung ist aus den Stellen, die das Berliner Wörterbuch-Material dafür bisher aufweist, nicht zu ermitteln. Das Wort *wšm* wird dabei bald mit dem Vogelkopf, bald mit der Pflanze, bald mit , bald mit geschrieben.

[2] *sḥ3j* »herabbringen« ist der gewöhnliche Ausdruck für das Fortschaffen von Steinen aus der arabischen Wüste zum Niltal.

[3] Das »Gottesland« als Bezeichnung für Syrien ist bekanntlich auch in den Darstellungen der Pflanzen, die Thutmosis III. aus *Rtnw* brachte, belegt. — So ist es wohl gebraucht in einer Inschrift des Ken-amun zu Schech Abd el gurna (Zeit: Amenophis II.), wo es von einem kostbaren Wagen heißt, das Holz dazu sei »aus dem Gotteslande, aus dem Lande *Nhrn*« geholt worden.

fahren: auch dort war der Landesgöttin »Hathor von Punt« ein großes Opfer dargebracht worden.

Nach der nächsten Lücke ist dann in Zeile 10 unseres Textes bereits von den Bäumen die Rede, die die Ägypter fällen. Es heißt von ihnen: »Byblos hat sie seinem Lieblingskönige (resp. seinem Könige aus eigenem Antrieb?) gegeben«[1]. Es ist das ein Satz, der aus dem Tenor der Erzählung so sehr herausfällt, daß man in ihm eine Rede (der Göttin des Ortes oder des Sen-nufe?) vermuten möchte. Oder aber es müßte gerade vorher ein besonderes Ereignis erzählt worden sein, das die Arbeit der Ägypter in so unerwarteter Weise förderte, daß sich Sen-nufe zu einer solchen hochtrabenden Phrase veranlaßt fühlte. Auffallend ist dabei auch das Auftreten des Ortes Byblos, der hier geradezu als Eigentümerin des Waldes erscheint. Es bestätigt das einerseits die oben Eingangs ausgesprochene Vermutung, daß die Ägypter gerade diesen Hafenplatz als Zugang zum Libanon benutzt haben werden, andererseits erlaubt es uns auch zu vermuten, wer die Göttin war, der die Ägypter, nachdem sie das Waldgebirge betreten hatten, ein Opfer darbrachten. Es wird die unter dem Namen »Herrin von Byblos« von den Ägyptern oft genannte, später mit der Hathor indentifizierte Göttin der genannten Hafenstadt gewesen sein[2]. In Zeile 11 und 12 erfahren wir dann einiges über die Eigenschaften der von den Ägyptern gefällten Baumstämme. Sie gehörten zu den »Auserlesensten«, die sie dort fanden: welche von ihnen hatten die achtunggebietende Höhe von 60 ägyptischen Ellen, das ist etwa 31 Metern, und wiesen selbst noch in ihren Spitzen eine gewisse Dicke auf. Nach vollbrachter Arbeit werden die Stämme über das Gebirge hinabgeschafft, bis sie zum Rande des Waldgebirges gelangen. Von da werden sie, wir müssen das ergänzen, auf Schleifen bis zum Hafen von Byblos geschleppt und in die Schiffe verladen worden sein. Mit günstigem Winde, so schließt der Bericht, wurde die Heimfahrt auf dem Wege ausgeführt und die Expedition landete wieder glücklich in der Heimat.

Auf den Bericht des Sen-nufe ergriff nun wiederum der König das Wort[3], gewiß um dem getreuen Diener seine Anerkennung für das Geleistete auszusprechen. Die wenigen Worte, die von seiner Rede erhalten sind, sind indessen belanglos: nur bei einem einzigen müssen wir für seine Erhaltung dankbar sein: es ist das Wort [hieroglyphs], mit

[1] [hieroglyphs] ist Part. act. perf.; das Part. act. imperf. hat in den Inschriften jener Zeit noch seine korrekte Form [hieroglyphs].

[2] Näheres über diese Göttin siehe in Ermans Aufsatz in der Ä.Z. 42, Heft 2.

[3] Seine Rede war wieder rückläufig geschrieben.

dem die erste erhaltene Zeile der Königsrede beginnt. Es ist ohne Zweifel zu [hieroglyphs] zu ergänzen, das Wort für die riesigen Flaggenmasten an den Pylonen der Tempel des neuen Reiches. Diese Masten pflegten in der Tat, wie die erhaltenen Inschriften neben den für sie bestimmten Nischen in Karnak und Medinet Habu lehren, aus »Zedernholz vom Walde« oder »von der Treppe«, das ist vom Libanon hergestellt zu sein. Es waren also unter anderem solche Flaggenmasten, die Sen-nufe für die Tempelbauten seines Herrn zu holen hatte.

So trümmerhaft auch die im Vorstehenden mitgeteilten Nachrichten über die Libanonexpedition des Sen-nufe unter Thutmosis III. sind, so sind sie doch nicht nur wegen der Tatsache, von der sie uns Kunde geben, und wegen der Details, die sie bieten, von Interesse, sondern auch als Gegenstück zu dem Bericht des Un-amun, der etwa 400 Jahre später nach dem Libanon reiste. Vergleicht man die beiden Berichte, so läßt sich wohl kaum ein größerer Gegensatz denken. Hier der weitschweifige Bericht des Un-amun, der eigentlich nur von den Ränken der kleinen syrischen Fürsten, von ihren Erpressungsversuchen, von Diebstählen in den Häfen und anderen von Menschen verursachten Widerwärtigkeiten redet, die sich dem bedauernswerten Un-amun immer wieder in den Weg stellen und ihn nicht vom Fleck kommen lassen. Dort dagegen der kurze, beinahe stolz klingende Bericht des Sen-nufe, dessen Expedition ohne Hindernisse glatt ihre Aufgaben lösen konnte. Und noch in einem anderen Punkte unterscheiden sich beide Berichte wesentlich. Sen-nufe und seine Leute holen sich die Zedernstämme, die sie brauchen, selbst aus dem Gebirge; Un-amun dagegen muß sich damit begnügen, was ihm der Fürst von Byblos zum Hafen schaffen läßt, für teures Geld zu kaufen. Die Zeiten haben sich eben von Grund aus geändert. Unter Thutmosis III. war Syrien ein ägyptischer Vasall, der von »seinem Horus« mit starker Hand in seinem Abhängigkeitsverhältnis gehalten wurde. Zur Zeit des Ḥri-ḥor war die ägyptische Macht gebrochen, der Einfluß Ägyptens in Syrien auf Null herabgesunken.

Ausgegeben am 29. März.

1906.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schwarz las: Ein Kreisbogen als Lösung einer von Delaunay zuerst behandelten Aufgabe der Variationsrechnung.

Sind A, B zwei einander nicht diametral gegenüberliegende Punkte des Umfanges eines Kreises, dessen Radius die Länge ρ hat, und bezeichnet $(AB)_1$ den kürzeren, $(AB)_2$ den längeren der beiden Kreisbogen, in welche der Umfang des Kreises durch die beiden Punkte A und B getheilt wird, so gelten folgende Sätze. I. Unter allen Raumcurven der constanten Krümmung $1:\rho$, welche die Punkte A und B mit einander verbinden und welche mit allen ihren Punkten dem Kreisbogen $(AB)_1$ benachbart sind, besitzt der Kreisbogen $(AB)_1$ ein Maximum der Bogenlänge. II. Unter allen Raumcurven der constanten Krümmung $1:\rho$, welche die Punkte A und B mit einander verbinden und welche mit allen ihren Punkten dem Kreisbogen $(AB)_2$ benachbart sind, besitzt der Kreisbogen $(AB)_2$ ein Minimum der Bogenlänge. III. Es giebt keine die Punkte A und B mit einander verbindende Raumcurve der constanten Krümmung $1:\rho$, deren Bogenlänge zwischen den Bogenlängen der beiden Kreisbogen $(AB)_1$ und $(AB)_2$ liegt. IV. Alle Raumcurven der constanten Krümmung $1:\rho$, welche die Punkte A und B mit einander verbinden und deren Bogenlänge kürzer ist als die Bogenlänge des Kreisbogens $(AB)_1$, liegen (mit Ausnahme ihrer Endpunkte) innerhalb eines spindelförmigen Theiles des Raumes, dessen Oberfläche durch Rotation des Kreisbogens $(AB)_1$ um seine Sehne AB als Axe entsteht, und erfüllen diesen Raumtheil.

2. Die folgenden, als Berichte über Arbeiten, die mit akademischer Unterstützung ausgeführt worden sind, eingesandten Druckschriften wurden vorgelegt: Franz Keibel: Die äussere Körperform und der Entwickelungsgrad der Organe bei Affenembryonen (9. Lieferung von E. Selenka, Menschenaffen). Wiesbaden 1906. — Zur Embryologie des Menschen, der Affen und der Halbaffen. S.-A. 1905; Otto Schmiedeknecht: Opuscula Ichneumologica. Fasc. XII. Blankenburg i. Th. 1906; Julius Tafel: 6 S.-A. über elektrolytische Reduction. 1903—1906.

Ausgegeben am 29. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE 1906.

XVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Zimmer las **über die Bearbeitungen classischer Stoffe in der älteren irischen Litteratur und ihre Einflüsse auf die volksthümliche Sagenlitteratur Irlands.**

Erzählungen von der 'Zerstörung Trojas' und von 'Alexander dem Sohne Philipp's' gehörten in's Repertoire eines irischen Sagenerzählers aus zweiter Hälfte des 10. Jahrhunderts; solche Texte sind uns aus etwas jüngerer Zeit erhalten, ferner irische Erzählungen von dem 'Umherirren des Ulixes' sowie von den Fahrten des Aeneas (nach Virgil). Die irischen Behandlungen der Ilias und Odyssee setzen keine directe Kenntniss Homer's voraus, sondern sind Bearbeitungen lateinischer Texte aus der Zeit des ausgehenden Alterthums. Die Einflüsse der nach Art der nationalen Stoffe erzählten classischen auf die volksthümliche Sagenlitteratur sind mannigfacher Art: Helden der irischen Sage werden in einzelnen Episoden mit solchen aus genannten classischen Stoffen zusammengebracht (Cuchulinn mit Hercules) oder nach ihnen theilweise umgestaltet: Motive aus den classischen Stoffen werden nachgeahmt, und die Compositionen derselben dienen als Vorbild bei der Vereinigung einzelner irischer Episoden zu grösseren epischen Ganzen.

2. Vorgelegt wurden folgende Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts: Ergebnisse der Magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1901. Von Ad. Schmidt: Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1902. Von A. Sprung: Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1902. Von G. Hellmann. Berlin 1905.

Ausgegeben am 19. April.

1906.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Fischer las einen »Beitrag zur Stereochemie der 2.5-Diketopiperazine« auf Grund einer gemeinschaftlich mit Dr. Karl Raske ausgeführten Untersuchung.

In Übereinstimmung mit der Theorie wurden bei dem Anhydrid der α-Aminobuttersäure zwei inactive Stereoisomere beobachtet, die den beiden racemischen Dipeptiden entsprechen. Ferner gab das stark drehende l-Alanyl-d-Alanin ein optisch ganz inactives Anhydrid, das ebenfalls im Einklang mit der Theorie als die Transform anzusehen ist.

2. Hr. van't Hoff machte eine weitere Mittheilung über seine Untersuchung der Bildung der oceanischen Salzablagerungen: XLVII. Auftreten von Polyhalit und Krugit bei 83°. (Ersch. später.)

Gemeinschaftlich mit Hrn. d'Ans wird die Untersuchung über die Bildung von Calciumchlorid und Tachhydrit, bei der auch das Entstehen von Polyhalit und Krugit eine Rolle spielt, zum Abschluss gebracht. Damit ist gleichzeitig die gestellte Aufgabe, soweit sie sich auf die natürlichen Calciumvorkommnisse bezieht, gelöst, und es bleibt nunmehr nur noch die Bearbeitung der Borate zu erledigen.

3. Hr. Klein legte vor: »Bericht über Untersuchungen an den sogenannten »»Gneissen«« und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen« von Prof. G. Klemm in Darmstadt. III. Theil. (Ersch. später.)

Verf. bespricht zunächst die Beziehungen zwischen den Tessiner Graniten und denen des Gotthardgebietes unter Zugrundelegung chemischer Analysen und theilt sodann die Resultate von Orientirungstouren an der Südgrenze des Tessiner Granitmassivs mit, besonders in der bei Bellinzona gut aufgeschlossenen, von Granit stark injicirten Zone der Amphibolite von Ivrea.

4. Hr. Klein legte ferner vor: Das Gabbromassiv im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge. II. Der böhmische Theil. Von Prof. Dr. W. Bergt in Leipzig. (Ersch. später.)

Die Fortsetzung der Gabbrogesteine des Hohen Bogens nach Böhmen, ein östlicher, 30^{km} und ein westlicher, 90^{km} langer Zug, besteht ebenfalls vorwiegend aus

Gabbrogesteinen, Gabbro, Olivingabbro, Norit, Flaser- und Schiefergabbro, Serpentin nebst Pyroxengranulit (hier neu), dessen Zugehörigkeit zum Gabbro hier dargethan ist. Die Bezeichnungen »Amphibolit« und »Hornblendeformation« sind ungeeignet und durch Gabbromasse zu ersetzen. Diese ist eruptiv und hat die in ihrem Gebiet liegenden Schieferschollen und die angrenzenden Sedimentformationen contactmetamorph verändert. Die flaserigen und schiefrigen Gabbroarten sind wahrscheinlich nicht nachträglich entstanden, sondern ursprüngliche Ausbildungen des Gabbros.

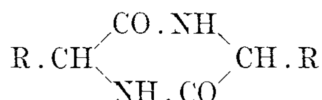
5. Hr. Vogel legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. G. Eberhard in Potsdam vor: Spectroskopische Untersuchungen der Terbiumpräparate von Dr. G. Urbain.

Durch diese Untersuchungen wird nachgewiesen, dass das vor 60 Jahren entdeckte Terbium, dessen Existenz vielfach angezweifelt wurde, thatsächlich als Element vorhanden ist. Gleichzeitig konnten Tabellen der Linien des Bogenspectrums des Terbiums aufgestellt werden. Durch die Lösung der Terbiumfrage ist ein bedeutungsvoller Fortschritt in der Erforschung der Yttererden gemacht worden, und es wird nun erst möglich sein, die Bearbeitung der weiteren Elemente dieser Gruppe erfolgreich in Angriff zu nehmen.

Beitrag zur Stereochemie der 2.5-Diketopiperazine.

Von Emil Fischer und Karl Raske.

Für die Diketopiperazine von der allgemeinen Formel



mit zwei gleichen Substituenten läßt die Theorie bekanntlich wie bei der Weinsäure vier Formen voraussehen, nämlich zwei optisch aktive Antipoden nebst dem entsprechenden Racemkörper und eine inaktive nicht spaltbare Mesoverbindung, in welcher die Substituenten Transstellung haben.[1]

Optisch aktive Diketopiperazine sind erst in neuester Zeit von einem von uns aus aktiven Aminosäuren gewonnen worden.[2] Dagegen haben C. A. Bischoff und seine Mitarbeiter bei den Gliedern der Klasse, die sich von aromatischen Basen ableiten, öfters die beiden optisch inaktiven Formen beobachtet. Eine Zusammenstellung der Fälle findet man in Werners Lehrbuch der Stereochemie S. 120. Bei den Abkömmlingen der aliphatischen Aminosäuren ist die Existenz der beiden inaktiven Formen bisher nicht beobachtet worden, und als wir vor einiger Zeit die zwei stereoisomeren Dipeptide der α-Aminobuttersäure in die entsprechenden Anhydride zu verwandeln suchten, erhielten wir Produkte, die in keiner Beziehung einen Unterschied erkennen ließen.[3] Da aber die Reaktion durch Schmelzung bei höherer Temperatur ausgeführt war, so lag die Möglichkeit vor, daß hier eine molekulare Umlagerung stattgefunden hat. Da ferner die Diketopiperazine aufs engste mit den wichtigen Dipeptiden theoretisch und experimentell verknüpft sind, so hielten wir uns für verpflichtet, diesen Fall einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen.

---

[1] Vgl. Bischoff, Ber. d. D. Chem. Ges. **22**, **23** und **25**; ferner Ladenburg, ebenda, **28**, 1995 (1895).

[2] Eine Zusammenstellung der Beobachtungen findet sich Ber. d. D. Chem. Ges. **39**, 574 (1906).

[3] Liebigs Annalen der Chemie **340**, 180 (1905).

Anstatt durch Schmelzung haben wir deshalb die beiden Dipeptide durch Behandlung der Ester mit alkoholischem Ammoniak in die Anhydride verwandelt, und so in der Tat zwei verschiedene Produkte erhalten, die wir ebenso wie die Dipeptide vorläufig durch die Buchstaben A und B unterscheiden wollen.

Ein Vergleich dieser beiden reinen Körper mit dem Präparat, das wir früher durch Schmelzung der Dipeptide erhielten, hat es nun ziemlich wahrscheinlich gemacht, daß letzteres ein Gemisch ist, daß also bei der Schmelzung eine gegenseitige Umwandlung der Isomeren stattfindet, die zu einem Gleichgewichtszustand führt.

Wir haben ferner versucht, die beiden Diketopiperazine durch Aufspaltung mit verdünntem wäßrigen Alkali wieder in die isomeren Dipeptide zurückzuverwandeln. Dabei findet aber auch, wenigstens in einem Falle, eine Umlagerung statt, denn beide Diketopiperazine geben das gleiche Dipeptid A.

Welches von den beiden Anhydriden die racemische cis-Form ist, muß vorläufig unentschieden bleiben, wird sich aber jedenfalls durch die Untersuchung der aktiven Dipeptide und ihrer Umwandlung in Anhydrid feststellen lassen.

Diese Versuche sind indessen bei den Derivaten des Alanins, das in aktiver Form leichter zugänglich ist, bequemer auszuführen. Bekannt ist hier schon eine aktive Form, das d-Alaninanhydrid, welches aus dem d-Alanyl-d-Alanin mittels des Esters gewonnen wurde. Viel älter ist ein inaktives Anhydrid, das schon vor 40 Jahren von Preu aus Alanin und später von E. Fischer aus dem Ester dargestellt wurde, und aus welchem durch Aufspaltung mit Alkali ein optisch inaktives Alanyl-Alanin gewonnen wurde.[1] Da manche Beobachtungen darauf hinzuweisen scheinen, daß dieses inaktive Alaninanhydrid die Racemform ist, so haben wir zur Gewinnung der isomeren nicht spaltbaren Mesoform folgenden Weg eingeschlagen.

Durch Kuppelung der links drehenden α-Brompropionsäure mit aktivem d-Alanin und nachträgliche Behandlung des Produktes mit Ammoniak wurde das bisher unbekannte stark nach links drehende l-Alanyl-d-Alanin bereitet und dieses dann mittels des Esters bei niederer Temperatur in Anhydrid verwandelt. Wie die Theorie voraussehen ließ, in letzteres optisch gänzlich inaktiv.

Die Fälle, in denen ein optisch aktives System durch einfache chemische Verwandlung in eine nicht spaltbare inaktive Mesoform mit der gleichen Anzahl von asymmetrischen Kohlenstoffatomen übergeht, sind nicht zahlreich. Sie beschränken sich unseres Wissens auf die Zucker-

[1] E. Fischer und K. Kautzsch, Ber. d. D. Chem. Ges. 38, 2395 (1905).

gruppe, und das am sorgfältigsten studierte Beispiel bildet die Entstehung der Schleimsäure aus d- und l-Galaktose, sowie ihre Rückverwandlung durch Reduktion in racemische Galaktonsäure.

Daß eine solche Vernichtung der optischen Aktivität auch durch Ringschluß erfolgen kann, scheint bisher nicht beobachtet worden zu sein.

Daß es sich im vorliegenden Falle nicht um eine zufällige Inaktivität handelt, geht aus der Aufspaltung des Anhydrids durch Alkali zum Dipeptid hervor, denn auch hierbei resultieren völlig inaktive Produkte.

Von Alanin sind also jetzt bekannt zwei optisch aktive Dipeptide: d-Alanyl-d-Alanin und l-Alanyl-d-Alanin, ferner ein inaktives Produkt, welches aus dem alten inaktiven Anhydrid durch Aufspaltung mit Alkali entsteht. Da es von Pankreassaft partiell hydrolysiert wird und diese Eigenschaft nur bei dem ersten der beiden aktiven Isomeren beobachtet wurde,[1] so ist es, falls überhaupt einheitlich, wahrscheinlich die Racemverbindung von d-Alanyl-d-Alanin und l-Alanyl-l-Alanin. Zur sicheren Entscheidung der Frage soll seine Synthese aus den beiden aktiven Formen versucht werden.

Ferner kennt man vom Anhydrid des Alanins die reine aktive d-Verbindung, dann die reine inaktive trans-Verbindung und endlich das alte inaktive Anhydrid, welches in der Hitze aus Alanin oder seinem Ester entsteht. Obschon dieses Produkt schöne Eigenschaften hat und äußerlich den Eindruck einer einheitlichen Substanz macht, so erscheint uns doch nach den Erfahrungen mit den Anhydriden der Aminobuttersäure seine Homogenität nicht ganz sicher und wir halten eine besondere Untersuchung darüber für nötig. Dasselbe gilt natürlich für alle Diketopiperazine, die direkt aus den racemischen α-Aminosäuren oder deren Estern bei hoher Temperatur erhalten wurden.

α-Aminobutyryl-α-Aminobuttersäure.

Die beiden Isomeren A und B sind bereits ausführlich beschrieben.[2] Wir heben aber nochmals die Unterschiede hervor, die bei sonst recht großer Ähnlichkeit zwischen ihnen bestehen.

1. Schmelzpunkt. Die Schmelzung findet in beiden Fällen unter Abspaltung von Wasser und Bildung von Anhydrid statt: infolgedessen schwankt der Schmelzpunkt mit der Art des Erhitzens. Trotzdem beobachteten wir bei vergleichenden Versuchen konstant zwischen beiden Körpern eine Differenz von 12°—13°. Wir haben früher für die

[1] Nach Versuchen, die ich gemeinschaftlich mit Hrn. E. Abderhalden ausführte. Fischer.

[2] Liebigs Annal. Chem. 340, 180.

Verbindung A den ungefähren Schmelzpunkt 265° und für B ungefähr 250° angegeben. Bei den neueren Bestimmungen, bei denen besonders sorgfältig gereinigte Präparate zur Anwendung kamen, fanden wir ihn bei raschem Erhitzen etwas höher, und zwar für die Verbindung A 265°—268° (korr. 272°—275°) und für die Verbindung B 253°—255° (korr. 260°—262°).

2. Kristallform. Aus warmer, wäßriger Lösung mit Alkohol gefällt, bildet A stets feine glänzende Blättchen und B derbe kurze, zum Teil schräg abgeschnittene primatische Nadeln.

3. Kupfersalz. Das Derivat von A ist in kaltem Wasser ziemlich schwer löslich und scheidet sich aus heißem Wasser in kleinen, ziemlich derben, flächenreichen, dunkelblauen Kristallen ab. Das Salz B ist auch in kaltem Wasser leicht löslich und kristallisiert daraus in mikroskopisch kleinen kurzen Prismen.

4. Löslichkeit in Wasser. Für ihre Bestimmung wurden die feingepulverten Dipeptide mit einer ungenügenden Menge Wasser in einem geschlossenen Rohr aus Jenenser Resistenzglas 20 Stunden im Thermostaten in drehender Bewegung erhalten.

100 g Wasser von	24°	lösten vom Dipeptid	A	5.4	g
100 » »	24°	»	B	29.0	»

α-Aminobuttersäureanhydrid (Diäthyl-diketopiperazin).

Die Darstellung aus den beiden Dipeptiden ist für beide Isomere die gleiche. Wir beschreiben sie deshalb ausführlich nur für die Verbindung A.

15 g der *α*-Aminobutyryl-*α*-Aminobuttersäure A wurden mit 300 ccm absolutem Alkohol übergossen und durch Einleiten von trocknem Salzsäuregas ohne Abkühlung verestert. Nachdem in etwa 15 Minuten Lösung eingetreten war, wurde das Einleiten von Salzsäuregas noch 10 Minuten fortgesetzt und dann sofort der überschüssige Alkohol und die Salzsäure bei sehr kleinem Druck unterhalb 30° abdestilliert. Um die freie Salzsäure möglichst vollkommen zu entfernen, wurde der Rückstand in etwa 200 ccm absolutem Alkohol gelöst, nochmals im Vakuum eingedampft, dann in eine Schale umgegossen und zwei Tage im Vakuumexsikkator über Natronkalk stehen gelassen.

Das so erhaltene Esterchlorhydrat bildet einen farblosen Sirup. Man kann daraus nach dem Auflösen in wenig Wasser durch Kaliumkarbonat und Natronlauge unter starker Abkühlung den Ester in Freiheit setzen und mit Essigäther von den Salzen trennen. Nach dem Verdunsten des Essigäthers bleibt der freie Ester als farbloser Sirup zurück. Läßt man ihn längere Zeit (etwa 14 Tage) i. V. über Chlorcalcium stehen,

so geht er in das Anhydrid über. Viel rascher erfolgt diese Umwandlung durch alkoholisches Ammoniak.

Das aus 15 g Dipeptid A erhaltene α-Aminobutyryl-α-Aminobuttersäureäthylester-chlorhydrat wird mit einigen Kubikzentimetern absolutem Alkohol verdünnt und in 400 ccm alkoholisches Ammoniak, welches stark gekühlt ist, langsam eingetragen. Die anfangs entstehende Trübung löst sich zuerst beim Umschütteln wieder auf, bleibt aber schließlich bestehen und verschwindet dann erst auf Zusatz von weiterem alkoholischem Ammoniak (etwa 100 ccm). Die klare Lösung wird jetzt bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt. Nach einigen Stunden beginnt die Kristallisation des Anhydrids und ist nach 24 Stunden beendet. Es wird abgesaugt und mit wenig kaltem Wasser gewaschen. Die Ausbeute beträgt etwa 7 g. Durch Eindampfen der alkoholischen Mutterlauge i. V. und Umkristallisieren des Rückstandes aus heißem Wasser erhält man eine weitere Menge des Anhydrids. Die Gesamtausbeute schwankte bei den einzelnen Versuchen zwischen 60 und 70 Prozent der Theorie, berechnet auf das angewandte Dipeptid. Zur weiteren Reinigung wird das Präparat aus etwa der 40fachen Menge heißem Wasser umkristallisiert.

Anhydrid A. Das aus dem alkoholischen Ammoniak ausgefallene Anhydrid besteht häufig aus zentimeterlangen, schmalen, schräg abgeschnittenen Tafeln, welche meist büschelförmig angeordnet sind. Beim langsamen Auskristallisieren aus Wasser bildet es zarte Blättchen, welche teilweise rhombenähnlich und öfters unregelmäßig verwachsen sind.

Es schmilzt bei 270°—271° (korrigiert 277°—278°) zu einer schwach bräunlichen Flüssigkeit und hat einen schwach bitteren Nachgeschmack.

Für die Analyse wurde bei 110° getrocknet.

I { 0.1900 g Subst. gaben 0.3943 g CO_2 und 0.1455 g H_2O,
  { 0.2653 » » » 38.2 ccm N (16°, B 753 mm).
II 0.1889 » » » 0.3913 g CO_2 und 0.1430 g H_2O.

Berechnet für $C_8H_{14}N_2O_2$ (Mol.-Gew. 170)		Gefunden			
			I	II	
C	56.47 Prozent	C	56.60	56.49	Prozent
H	8.24 »	H	8.57	8.47	»
N	16.47 »	N	16.67		

Die Löslichkeit in Wasser wurde genau so wie bei den Dipeptiden bestimmt.

100 g Wasser lösten bei 20° 0.32 g Anhydrid A,
» » » » » 24° 0.33 » »

Anhydrid B. Darstellung und Ausbeute sind die gleichen wie bei Verbindung A. Aus dem alkoholischen Ammoniak fällt es häufig in zentimeterlangen, dünnen, schräg abgeschnittenen Prismen, die aber meist schlecht ausgebildet sind. Beim langsamen Kristallisieren aus Wasser bildet es büschel- und sternförmig verwachsene Nadeln. Es schmilzt bei 259°—260° (korrigiert 266°—267°) zu einer schwach bräunlichen Flüssigkeit. Es ist zwar auch noch schwer löslich in Wasser, aber doch wesentlich leichter wie A.

100 g Wasser lösten bei 20° 0.91 g Anhydrid B.
» » » » » 24° 1.03 » »

Für die Analyse wurde bei 110° getrocknet.

0.1889 g Subst. gaben 0.3914 g CO_2 und 0.1394 g H_2O.
0.1934 » » » 27.6 ccm N (19°, B 757).

Berechnet für $C_8H_{14}N_2O_2$ (Mol.-Gew. 170)	Gefunden
C 56.47 Prozent	C 56.51 Prozent
H 8.24 »	H 8.26 »
N 16.47 »	N 16.40 »

Auf Grund dieser zwar nicht großen, aber konstant bleibenden Unterschiede in Schmelzpunkt, Löslichkeit und Aussehen der Kristalle halten wir die Anhydride für verschiedene Körper.

Anders liegt die Sache bei den beiden durch Schmelzung der Dipeptide entstandenen Präparaten.[1]

Den früher bei 260° angegebenen[1] Schmelzpunkt fanden wir jetzt gewöhnlich bei 261°—262° (korrigiert 268°—269°) für beide Körper, und in der Art der Kristallisation war kein Unterschied zu erkennen. Wir haben neuerdings auch die Löslichkeit in Wasser bestimmt und in beiden Fällen fast gleich gefunden. Von dem Präparat aus Dipeptid A lösten 100 g Wasser bei 24° 0.67 und von dem Präparat aus Dipeptid B 0.62 g. Diese Zahlen liegen in der Mitte zwischen den Werten für die Löslichkeit der reinen Anhydride A und B.

Wir vermuten deshalb, daß es sich hier um ein Gemisch derselben handelt. In Übereinstimmung damit würde die ganz undeutliche Form der Kristalle stehen und die weitere Beobachtung, daß ein Gemisch von gleichen Teilen der beiden reinen Anhydride A und B ungefähr bei derselben Temperatur 261°—262° schmilzt. Endlich haben wir gefunden, daß die reinen Anhydride beim Schmelzen beide die

[1] Liebigs Annalen d. Chemie 340, S. 180. Die Bestimmung der Schmelzpunkte nach der üblichen Methode ist bei dieser hohen Temperatur bekanntlich nicht sehr genau. Wir haben deshalb alle in dieser Abhandlung angegebenen Schmelzpunkte durch direkten Vergleich der verschiedenen Präparate ermittelt.

gleiche Veränderung erleiden. Reinigt man nämlich die geschmolzene bräunlich gefärbte Masse durch Umlösen aus heißem Wasser unter Zusatz von Tierkohle, so zeigt das Produkt in beiden Fällen denselben Schmelzpunkt 261°—262° und die undeutliche Kristallform wie das aus den Dipeptiden durch Schmelzung erhaltene Präparat.

Aufspaltung der beiden Anhydride in Dipeptid durch Alkali.

Die Aufspaltung der Diketopiperazine durch wäßriges Alkali zum Dipeptid erfolgt beim Glycinanhydrid außerordentlich leicht, bei dem Alaninanhydrid schon etwas langsamer, und bei dem Leucinanhydrid ist sie bisher noch nicht gelungen. Es war deshalb zu erwarten, daß die Derivate der Aminobuttersäure auch ziemlich schwer von dem Alkali angegriffen werden.

In der Tat tritt die Reaktion bei gewöhnlicher Temperatur so langsam ein, daß wir die Versuche bei 37° ausgeführt haben. Die Bedingungen waren für beide Isomeren genau die gleichen. Wir beschreiben deshalb die Operation nur für die Verbindung A.

2 g sehr fein gepulvertes Anhydrid A wurde mit 13.2 ccm n-Natronlauge und 30 ccm Wasser im Brutraum mit einer Maschine geschüttelt. Nach zwei Tagen war der allergrößte Teil gelöst und nach drei Tagen war klare Lösung entstanden. Sie wurde jetzt mit der dem Alkali entsprechenden Menge Jodwasserstoff versetzt, bei sehr geringem Druck zur Trockne verdampft und der Rückstand zur Entfernung von Jodnatrium und etwas unverändertem Anhydrid mehrmals mit absolutem Alkohol ausgekocht. Der ungelöste Teil war das Dipeptid: seine Menge betrug 1.5 g oder 68 Prozent der Theorie.

Zur völligen Reinigung wurde es in wenig Wasser gelöst und durch Alkohol wieder abgeschieden. Das reine Präparat, dessen Menge 1.3 g betrug, zeigte alle Eigenschaften des Dipeptids A. Der Schmelzpunkt lag bei 267°—268° (korrigiert 274°—275°). Es kristallisierte in feinen Blättchen, gab das charakteristische, ziemlich schwer lösliche Kupfersalz und zeigte fast die gleiche Löslichkeit in Wasser (5.3; 5.2; 5.1 auf 100 Teile von 24° für drei verschiedene Präparate).

Genau derselbe Versuch mit dem Anhydrid B ausgeführt gab das gleiche Resultat, auch in bezug auf Ausbeute, und das Produkt zeigte wieder alle Eigenschaften des Dipeptids A. Die Löslichkeit in 100 Teilen Wasser von 24° wurde für die verschiedenen Präparate gefunden 5.46; 5.2; 5.1. Zweifellos entsteht also aus beiden Anhydriden durch die Wirkung des Alkalis in reichlicher Menge das Dipeptid A. Sein Isomeres haben wir nicht gefunden, halten es aber für möglich, daß kleine Mengen desselben sich der Beobachtung entzogen haben.

Zum Schluß geben wir zur bequemen Orientierung eine tabellarische Übersicht über die Unterschiede bei den beiden Dipeptiden und ihren Anhydriden.

	Dipeptid A	Dipeptid B	Anhydrid A	Anhydrid B	Durch Aufspalten von Anhydrid A erh. Dipeptid	Durch Aufspalten von Anhydrid B erh. Dipeptid
Schmelzp. (korrig.)	272°—275°	260°—262°	277°—278°	260°—267°	274°—275°	274°—275°
Kristallform	feine glänzende Blättchen	kurze derbe, z. T. schräg abgeschnittene Nadeln	unregelmäßig verwachsene Blättchen	büschel- und sternförmig verwachsene Nadeln	feine glänzende Blättchen	
Kupfersalz	in kaltem Wasser ziemlich schwer löslich, derbe flächenreiche Kristalle	in kaltem Wasser leicht löslich, mikroskopisch kleine kurze Prismen			in kaltem Wasser schwer löslich, derbe flächenreiche Kristalle	
100 g Wasser lösen bei 24°	5.4	29.0	0.33	1.03	5.2 (Mittel)	5.25 (Mittel)

Man ersieht daraus, daß sowohl beim Aufspalten von Anhydrid A wie von B dasselbe Dipeptid resultiert, daß also beim Sprengen des Piperazinrings eine sterische Umlagerung stattfindet, und daß man somit imstande ist, das Peptid B auf dem Wege über das Anhydrid in das Isomere zu verwandeln.

l-Brompropionyl-d-alanin.

Die für diese Versuche erforderliche l-Brompropionsäure wurde in der früher angegebenen Weise[1] aus d-Alanin mit Hilfe des allgemeinen Verfahrens von Walden dargestellt. Es erwies sich aber vorteilhaft, den Rest des überschüssigen Broms, der nach dem Durchblasen von Luft noch in der Flüssigkeit zurückbleibt, nicht mit Quecksilber, sondern mit schwefliger Säure zu entfernen, und die ätherische Lösung der Brompropionsäure nicht mit Natriumsulfat, sondern mit Chlorcalcium zu trocknen. Die Ausbeute war dann etwas besser: sie

[1] E. Fischer und O. Warburg, Liebigs Annalen d. Chemie 340, 171.

betrug 75 Prozent der Theorie. Der Drehungswinkel α des Präparates war bei Verwendung von reinstem Alanin — 39° für 20° und Natriumlicht. Bei etwas unreinerem Ausgangsmaterial betrugen die Drehungen 38.6° und 36.7°, während die reinste bisher bekannte l-Brompropionsäure im 1-dcm-Rohr den Drehungswinkel — 45.64° zeigte.

Trotz dem Gehalt an optischem Antipoden, der zwischen 7.5 und 10 Prozent schwankt, ist diese aktive Brompropionsäure für die Synthese aktiver Dipeptide recht brauchbar. Ihre Umwandlung in das Chlorid geschah in der früher angegebenen Weise[1] durch Erwärmen mit Thionylchlorid.

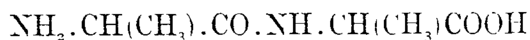
7.3 g reines d-Alanin werden in 82 ccm n-Natronlauge (1 Mol.) gelöst und zu der bis zum beginnenden Gefrieren abgekühlten Lösung 14 g l-Brompropionylchlorid (1 Mol.) und 100 ccm gekühlte n-Natronlauge abwechselnd in kleinen Portionen unter kräftigem Schütteln eingetragen. Das Chlorid verschwindet rasch und die Operation kann in 20 bis 25 Minuten beendet sein. Zum Schluß versetzt man mit 37 ccm fünffach Normalsalzsäure, verdampft die Flüssigkeit unter stark vermindertem Druck zur Trockne und extrahiert den Rückstand mit etwa 200 ccm Äther einige Stunden im Soxhletschen Apparat. Schon beim Abkühlen des Äthers scheidet sich ein Teil des Kupplungsproduktes aus; der Rest wird durch Verdunsten erhalten. Beigemengte Brompropionsäure, die sich durch ihren starken Geruch verrät, entfernt man am besten durch Verreiben und Waschen mit Petroläther. Die Ausbeute betrug 15 g oder 80 Prozent der Theorie. Zur Reinigung wird das Rohprodukt in der vierfachen Menge heißem Wasser gelöst. Beim Abkühlen auf 0° fällt ungefähr die Hälfte wieder kristallinisch aus und durch Verarbeiten der Mutterlauge, die aber nur unter stark vermindertem Druck eingedampft werden darf, gewinnt man noch 4.5 g.

Das so erhaltene Produkt war nicht ganz rein, denn wir haben bei verschiedenen Präparaten auch nach mehrmaligem Umkristallisieren stets zu wenig (0.8—0.9 Prozent) Brom gefunden. Auch die spezifische Drehung in etwa fünfprozentiger wäßriger Lösung bei 20° schwankte zwischen — 60.4 und — 63.6. Wir haben deshalb auf weitere Reinigungsversuche verzichtet, weil das entsprechende Dipeptid viel leichter rein zu erhalten ist. Unser Präparat schmolz nicht ganz konstant gegen 165° unter lebhafter Gasentwicklung und Bräunung. Es war sehr leicht löslich in Methylalkohol, etwas schwerer in Äthylalkohol und Aceton, dann sukzessive schwerer in Essigäther, Äther und fast unlöslich in Petroläther.

---

[1] A. a. O.

l-Alanyl-d-Alanin.



$NH_2.CH(CH_3).CO.NH.CH(CH_3)COOH$

Werden 7 g l-Brompropionyl-d-Alanin in 35 ccm wäßrigem Ammoniak (25 Prozent) gelöst und 4 Tage im Thermostaten bei 25° aufbewahrt, so ist die Abspaltung des Broms beendet und beim Verdampfen der Flüssigkeit unter 10—15 mm Druck bleibt eine schwach gelbe sirupöse Masse zurück. Diese löst sich leicht in absolutem Alkohol. Wird aber die Lösung in einer Platinschale auf dem Wasserbade verdampft, der Rückstand mit absolutem Alkohol verrieben und wieder verdampft und diese Operation, wenn nötig, wiederholt, so erhält man bald eine farblose, in Alkohol fast unlösliche Kristallmasse.

Es findet hier also die schon verschiedentlich beobachtete Verwandlung der in Alkohol löslichen Form des Polypeptids in die unlösliche Form statt. Wie es scheint, handelt es sich in solchen Fällen um leicht verwandelbare Isomere. Die unlöslich gewordene Masse des Dipeptids wird mit etwa 50 ccm kaltem Alkohol ausgelaugt, um das Bromammonium zu entfernen. Die Ausbeute betrug dann 3.5 g oder 70 Prozent der Theorie. Zur Reinigung wurde das Dipeptid in der gleichen Menge warmem Wasser gelöst und diese Lösung mit der zehnfachen Menge Alkohol versetzt. Beim Reiben begann bald die Kristallisation des Dipeptids, das nach zweistündigem Stehen bei 0° filtriert wurde. Leider tritt beim Kristallisieren ein erheblicher Verlust ein, denn aus 3.5 g Rohprodukt wurden nur 1.5 g reines Präparat erhalten, hauptsächlich, weil wieder ein Teil des Peptids in die leicht lösliche Form übergeht. Sie bleibt beim Verdampfen der Mutterlauge als Sirup zurück, kann aber durch wiederholtes Abdampfen mit Alkohol wieder in die unlösliche Form umgewandelt werden.

Das l-Alanyl-d-Alanin kristallisiert unter den oben angegebenen Bedingungen in schmalen, an beiden Enden lanzettförmig zugespitzten Blättchen, die teilweise sternförmig verwachsen sind. Es schmilzt bei 262°—263° (korr. 269°—270°) unter geringer Gasentwicklung zu einer schwach gelben Flüssigkeit, nachdem es einige Grade vorher gesintert ist. Zweifellos verwandelt es sich dabei in ein Anhydrid. Es ist sehr leicht löslich in Wasser, dagegen sehr schwer in Alkohol und fast unlöslich in Äther und Petroläther. Es ist fast geschmacklos. Die wäßrige Lösung reagiert schwach sauer und löst Kupferoxyd mit tiefblauer Farbe. Das Kupfersalz bleibt beim Verdampfen der Lösung als Sirup zurück, erstarrt aber beim längeren Stehen kristallinisch. Es ist nicht allein in Wasser sehr leicht löslich, sondern wird auch von heißem Alkohol in erheblicher Menge aufgenommen und aus dieser Lösung durch Äther als eine hellblaue amorphe Masse gefällt. Die

alkalische Lösung des Dipeptids färbt sich auf Zusatz von Kupfersalzen rein blau.

Die im Vakuum über Chlorcalcium getrocknete Substanz erleidet im Vakuum bei 80° keinen Gewichtsverlust.

0.2076 g Subst. gaben 0.3415 g CO_2 und 0.1407 g H_2O,
0.1895 » » » 29.1 ccm N (17°, B 750 mm).

Berechnet für $C_6H_{12}N_2O_3$ (Mol.-Gew. 160).	Gefunden
C 45.0 Prozent	C 44.86 Prozent
H 7.5 »	H 7.58 »
N 17.5 »	N 17.62 »

Eine Lösung vom Gewicht 3.8089 g, welche 0.3299 g Substanz enthielt und das spezifische Gewicht 1.0265 hatte, drehte im 1 dcm-Rohr bei 20° Natriumlicht 6.09° nach links.

Also

$$[\alpha]_D^{20^\circ} - 68.5 \pm 0.4.$$

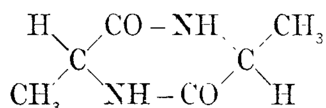
Durch nochmaliges Umkristallisieren änderte sich die Drehung kaum.

Eine Lösung vom Gewicht 4.2480 g, welche 0.3107 g zweimal umkristallisiertes Dipeptid enthielt und das spezifische Gewicht 1.0222 hatte, drehte im 1 dcm-Rohr Natriumlicht 5.10° nach links.

Also

$$[\alpha]_D^{20^\circ} - 68.22 \pm 0.4.$$

Trans-Alaninanhydrid.



1 g l-Alanyl-d-Alanin wurde mit 10 ccm absolutem Alkohol übergossen und unter Kühlung durch kaltes Wasser Salzsäuregas eingeleitet. Schon nach 4-5 Minuten war das Dipeptid gelöst. Nach 10 Minuten wurde der Alkohol im Vakuum abdestilliert und der Rückstand nochmals in der gleichen Weise mit Alkohol und Salzsäure behandelt, um die Veresterung möglichst zu vervollständigen. Beim Verdampfen der alkoholischen Lösung unter geringem Druck blieb nun das Hydrochlorat des l-Alanyl-d-Alanin-Äthylester als Sirup zurück. Es wurde in einigen Kubikzentimetern Alkohol gelöst und langsam in 15 ccm bei 0° gesättigtes alkoholisches Ammoniak, welches durch eine Kältemischung gekühlt war, eingetragen. Der dabei entstehende Niederschlag löste sich zu-

erst beim Umschütteln, blieb aber gegen Ende bestehen, und es waren noch 10 ccm alkoholisches Ammoniak erforderlich, um eine klare Lösung zu erhalten. Beim 20stündigen Stehen bei gewöhnlicher Temperatur schied sich daraus das Anhydrid in hübschen Kristallen ab und war nach dem Absaugen und Waschen mit wenig eiskaltem Wasser fast rein. Die Ausbeute betrug 0.7 g. Aus der Mutterlauge konnte noch 0.1 g erhalten werden, so daß die Gesamtausbeute 90 Prozent der Theorie betrug.

Zur Reinigung genügt einmaliges Umkristallisieren aus heißem Wasser. Es scheidet sich daraus in feinen, meist sechseckigen glänzenden Blättchen ab. Beim langsamen Verdunsten einer wäßrigen Lösung erreichen die Kristalle eine beträchtliche Größe, bis zu 1 cm Durchmesser.

Wir verdanken Herrn Dr. F. von Wolff, Privatdozenten der Mineralogie an hiesiger Universität folgende Angaben:

»Kristallsystem: rhombisch-holoëdrisch. Die Kristalle bilden dünne sechsseitige Tafeln mit Zuschärfungen der Kanten durch Domen und Pyramiden. Genauere goniometrische Messungen ließen sich an dem erhaltenen Material nicht anstellen. Auf der Tafelfläche steht die negative Mittellinie senkrecht. Der Achsenwinkel ist groß. Er beträgt 2 HaNa = 89°45′ in Cassiaöl gemessen. Dispersion der Achsen $\rho < v$, das Achsenbild ist bisweilen gestört. Da das Brechungsvermögen des Cassiaöls ziemlich dem mittleren des Kristalls entspricht, so dürfte der gemessene Winkel dem wahren inneren Achsenwinkel des Kristalls recht nahe kommen.«

»Die Auslöschung erfolgt auf der Tafelfläche orientiert zu einer der begrenzenden Kanten und bleibt orientiert, wenn man den Kristall im Drehapparat in Cassiaöl um diese Kante sowie senkrecht dazu dreht. Mit Alkohol erhält man auf der Tafelfläche rechteckige Ätzfiguren.«

Das Anhydrid schmilzt bei 270°–271° (korr. 277°–278°) zu einer gelblichen Flüssigkeit, nachdem es einige Grade vorher gesintert ist. Es löst sich ziemlich schwer in kaltem Wasser. Von heißem Wasser ist etwa die 10fache Menge erforderlich. Auch in Alkohol ist es schwer löslich.

Die im Exsikkator getrocknete Substanz erleidet im Vakuum bei 80° keinen Gewichtsverlust.

0.1703 g Subst. gaben 0.3153 g CO_2, und 0.1070 g H_2O
0.1766 » » » 30 ccm N bei 18° und 765 mm Druck.

Berechnet für $C_6H_{10}N_2O_2$ (Mol.-Gew. 142).		Gefunden	
C	50.70 Prozent	C	50.49 Prozent
H	7.04 »	H	7.03 »
N	19.72 »	N	19.82 »

Es ist optisch gänzlich inaktiv, denn eine $2\frac{1}{2}$ prozentige wäßrige Lösung zeigte im 2 dcm-Rohr keine Drehung unter Bedingungen, wo eine Drehung von 0.02° der Beobachtung nicht hätte entgehen können.

Daß die Inaktivität bei der Aufspaltung zum Dipeptid erhalten bleibt, zeigt folgender Versuch.

0.1 g Anhydrid wurde mit 1 ccm Normalnatronlauge bis zur völligen Lösung etwa eine halbe Stunde geschüttelt, dann eine Stunde aufbewahrt und nun die Flüssigkeit mit 1 ccm Normalsalzsäure neutralisiert. Sie zeigte dann keine Spur von Drehungsvermögen.

Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Dr. G. Urbain.

Von Dr. G. Eberhard
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Vogel.)

Obwohl das Terbium schon im Jahre 1843 entdeckt worden ist, gelang es bis in die letzten Jahre keinem der zahlreichen Chemiker, die sich mit der Herstellung desselben beschäftigten, ein auch nur einigermaßen reines Präparat zu gewinnen, welches die chemischen Eigenschaften und das Spektrum des Terbiums zu studieren gestattet hätte. Mosander, der Entdecker dieses Elementes[1], hatte, wie wir heute wissen, höchstens 1 bis 2 Prozent Terbium in der Substanz, welche ihn zu der Entdeckung geführt hatte, und das einzige, was er feststellen konnte, war, daß Terbium ein dunkles, die anderen Erden stark färbendes Superoxyd bildet, welches sich beim Erhitzen im Wasserstoffstrom reduzieren läßt. Diese zwei Eigenschaften waren bis in die allerletzte Zeit die einzige Definition des Terbiums.

Die Gründe des Scheiterns der Isolierungsversuche liegen darin, daß Terbium zu den stets nur in äußerst geringer Menge vorkommenden, seltensten Elementen gehört, und daß seine Abscheidung auch heute noch eine der allerschwierigsten Aufgaben der Chemie der seltenen Erden ist.

Bei dieser Sachlage ist es nicht zu verwundern, daß viele Chemiker, unter ihnen Bunsen, die Existenz des Terbiums überhaupt bezweifelten, und der Streit hat lange Jahre angedauert, bis man sich schließlich doch von dem Vorhandensein überzeugte. Am weitesten sind offenbar noch Lecoq de Boisbaudran und Demarçay gekommen. Lecoq hat einige Zentigramm eines wenigstens einigermaßen angereicherten Terbiumpräparates gehabt, da ihm die Auffindung des schwachen Absorptionsbandes $\lambda 488\, \mu\mu$ gelang, doch ist er nicht imstande gewesen, sein Präparat genügend von den benachbarten Erden zu trennen;

[1] Poggendorff, Annalen der Physik 60. 311. 1843.

auch erkannte er nicht, daß er es mit dem Terbium zu tun hatte, sondern glaubte ein neues Element (Zδ) gefunden zu haben. Ein Terbium von gleicher Beschaffenheit hat dann später Demarçay[1] gehabt, in welchem er, unabhängig von Lecoq, das Band λ 488 $\mu\mu$ fand und sogar einige Linien des Funkenspektrums angeben konnte. Auch er glaubte ein neues Element (Γ) gefunden zu haben. Diese beiden Chemiker sind aber überhaupt die einzigen gewesen, welche eine ziemlich starke Konzentration des Terbiums in ihren Präparaten erreicht haben.

Die wirkliche Isolierung dieses interessanten Körpers ist erst dem Pariser Chemiker Dr. G. Urbain[2] geglückt, welcher durch mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Fraktionierungen nach neuen, von ihm erfundenen Methoden 7 g der kostbaren Substanz in sehr großer Reinheit gewann. Er konnte gleichzeitig den chemischen Nachweis führen, daß seine Präparate ein einheitliches Element darstellen, daß dieses mit dem Mosanderschen Terbium identisch ist und ein Atomgewicht von 159.2 besitzt. Das einzige, was noch zur völligen Definition dieses Elementes fehlte, war die genaue Untersuchung des Spektrums, durch welches erst ein Element, neben seinen chemischen Eigenschaften, völlig eindeutig charakterisiert wird. Gerade bei den seltenen Erden, die eine so ungewöhnliche Ähnlichkeit ihrer chemischen Eigenschaften besitzen, ist eine Untersuchung des Spektrums von höchster Wichtigkeit: hat man doch häufig hier neue Elemente zu finden geglaubt, wo es sich nur um Mischungen mehrerer dieser so nahe verwandten Körper handelte. Weiterhin kann allein durch spektroskopische Untersuchung konstatiert werden, durch welche Nachbarelemente Präparate dieser Gruppe verunreinigt sind, und ob der Grad dieser Verunreinigung ein so niedriger ist, daß man das Präparat als chemisch rein ansehen kann. Es ist daher die Spektralanalyse seit ihrer Begründung in engster Beziehung zur Chemie der seltenen Erden gewesen, und nur durch ein Zusammenarbeiten des Chemikers mit dem Spektroskopiker sind exakte Resultate zu erlangen, wie Kayser in der Einleitung seiner Abhandlung über das Spektrum des Yttriums[3] so treffend ausführt.

Dr. Urbain forderte mich nun auf, die Untersuchungen in dieser Hinsicht zu ergänzen, und dank der reichen Unterstützung durch zahlreiche, überaus wertvolle, von ihm zur Verfügung gestellte Präparate konnte die vorliegende Arbeit ausgeführt und der Nachweis,

---

[1] Comptes Rendus der Pariser Akademie **131**. 387, 1900.

[2] Ebenda **139**. 736. 1904 und **141**. 521. 1905.

[3] Kayser, Die Bogenspektren von Yttrium und Ytterbium. Anhang zu den Abhandlungen d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. 1903.

daß ein wirkliches Element vorliegt, mit aller wünschenswerten Schärfe erbracht werden.

Da irgendwelche spektroskopische Vorarbeiten (mit Ausnahme der von Demarçay gegebenen 8 Funkenlinien) nicht vorlagen, der Sachlage nach auch nicht vorliegen konnten — sprachen doch die HH. Exner und Haschek[1] nach Untersuchung einer vollständigen Fraktionsreihe der Yttererden die Meinung aus, daß Terbium nicht existiere —, so war die Arbeit trotz der sehr großen Reinheit der Präparate von Urbain doch nur auf dem Wege mit Aussicht auf Erfolg durchzuführen, daß außer dem Terbium selbst noch eine größere Anzahl Fraktionen desselben sowie der benachbarten Elemente spektroskopisch untersucht wurden. Dies wurde dadurch wesentlich erleichtert, daß es Urbain gelang, das auf das Terbium folgende, bisher überhaupt noch nie hergestellte und bloß durch einige Absorptionslinien definierte Dysprosium in wünschenswerter Reinheit herzustellen,[2] so daß nun das Verhalten der Terbiumlinien von ihrem Entstehen (im Gadolinium) bis zu ihrem Verschwinden (im Dysprosium) verfolgt werden konnte.

Zur Aufnahme der Spektren diente ein Konkavgitterspektrograph[3] des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, welcher es gestattet, in einer einzigen Aufnahme auf einem Film (mit starker Zelluloidunterlage) das Spektrum II. Ordnung von λ 2200 bis λ 4700 zu fixieren. Infolge der überaus großen Kostbarkeit der Präparate standen nur sehr geringe Quantitäten zur Verfügung, und es wäre deshalb nicht angängig gewesen, mehrere Spektralaufnahmen für die verschiedenen Spektralgegenden zu machen. Die in Oxydform vorliegenden Substanzen wurden auf vorher gut ausgeglühten Kohlenstäben bei einer Stromstärke von etwa 15 Ampere (120 Volt Spannung) verdampft. Als Vergleichsspektrum diente das des Eisens. Um aber etwaige Änderungen im Apparat zwischen den zwei Aufnahmen zu eliminieren, wurde gleichzeitig mit dem Eisen auf der Kraterkohle eine minimale Menge der zu untersuchenden Substanz verdampft. Waren dann wirklich, z. B. infolge von geringen Temperaturände-

[1] Exner und Haschek, Bogenspektren der Elemente I, S. 19. Es ist übrigens diesen Herren daraus kein Vorwurf zu machen, da ihnen eben zu wenig differenzierte Fraktionen und zu unreine Präparate zur Verfügung standen. Ihr »Holmium« bestand z. B. aus Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Neoholmium, Yttrium und Erbium.

[2] Dr. Urbain hat mir vor Abschluß dieser Untersuchung noch eine Reihe reinster Dysprosiumpräparate, bezeichnet mit Dy 31, 35, 38, 41, zugeschickt, von denen das von mir bereits zum Teil untersuchte Dy 41 nur wenige der allerstärksten Terbiumlinien ganz schwach enthält.

[3] Eine Beschreibung dieses Apparates ist zu finden in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 25, 371, 1905.

rungen, kleine Verschiebungen des zu messenden Spektrums gegen das Vergleichsspektrum vorhanden, so konnten diese durch Ausmessung der beiden Streifen gemeinsamen Linien bestimmt und somit unschädlich gemacht werden. Die Ausmessung der zwischen Spiegelglasstreifen gelegten Films erfolgte auf dem Meßapparat Nr. 4 des Observatoriums, dessen Schraube keine periodischen Fehler hat, wie eine Untersuchung derselben von mir und Dr. Münch zeigte. Die fortschreitenden Fehler, welche auch bestimmt sind, verlaufen durchaus regelmäßig und sind klein. Als Wellenlängenwerte für die Eisenlinien habe ich die von Exner und Haschek gegebenen verwendet, und zwar aus zweierlei Gründen.

Von den bedeutend genaueren Wellenlängenwerten der Eisenlinien von Kayser sind nämlich für eine Untersuchung, bei denen man Linien in engen Intervallen braucht, eine zu geringe Anzahl vorhanden, so daß ich sie aus diesem Grunde leider nicht verwenden konnte. Dann sollten aber auch die Wellenlängen der Terbiumlinien sich möglichst eng dem System von Exner und Haschek anschließen, da die Wellenlängentabellen dieser Herren zur Zeit die einzig vollständigen sind und verdienterweise eine äußerst große Verbreitung gefunden haben. Die zufälligen Fehler in den Werten von Exner und Haschek erreichen allerdings häufig mehrere Hundertstel AE, aber durch Benutzung einer großen Zahl von Linien und durch eine graphische Ausgleichung der Wellenlängen derselben hoffe ich einigermaßen davon unabhängig geworden zu sein. Die Genauigkeit der unten von mir gegebenen Wellenlängen der Terbiumlinien ist die gleiche wie die der Messungen von Exner und Haschek. Von Präparaten hatte mir Dr. Urbain folgende zur Verfügung gestellt:

A. Gadolinium. 1. Völlig reines Gadolinium aus den Mineralien Monazit und Xenotim.

2. Eine Anzahl Gadoliniumfraktionen vom Europium an bis zum Terbium. Das Oxyd der letzten derselben (Gd 37) ist schwach gelb und gibt die starken Terbiumlinien ziemlich kräftig.

B. Terbium. 1. »Nitrates doubles de Ni. Gd-Tb (14).« Das bereits stark gelbe Oxyd gibt schon alle mittelstarken und starken Terbiumlinien.

2. »$Z\delta_7$«. Das schmutzig-dunkelgelbe Oxyd gibt bereits fast alle Terbiumlinien neben denen des Gadoliniums.

3. »$Z\delta_5$«. Das Oxyd ist fast schwarz mit einem Stich ins Rotbraune. Es ist fast reines Terbium, welches aber noch die starken Gadoliniumlinien im Bogen gibt.

4. »$Z\delta_3$« und 5. »$Z\delta_1$«. Oxyde fast schwarz mit schwachem Stich ins Rotbraune. Spektrum wesentlich das des Terbiums.

6. »Tb-Dy 7, 8, 9«. Oxyde schmutzig-dunkelgelb. Es sind alle Linien des Terbiums und fast alle des Dysprosiums vorhanden. Die drei Fraktionen zeigen nur sehr kleine Unterschiede.

C. Dysprosium und Neoholmium. 1. »Queues du fractionnement des Ethylsulfates de Tb: traces Tb, traces Ho, très-riches Dy« (Q). Oxyd schmutzig-hellgelb. Es treten die Linien des Dysprosiums hier vollzählig auf, daneben schwach die des Terbiums.

2. »Terres riches en Ho, pauvres en Dy, riches en Y. Fraction (4—5)« (Ho). Oxyd weiß mit schwachem Stich ins Gelbliche. Das Spektrum enthält im wesentlichen die Linien des Yttriums, die starken des Neoholmiums und die stärkeren des Dysprosiums.

3. »Dy 31, 35, 38, 41«. Oxyd schwach schmutziggelb. Dy 41 ist reines Dysprosium.

Von den Aufnahmen dieser Präparate kamen zur vollständigen Ausmessung: $Z\hat{c}_7$, $Z\hat{\delta}_5$, $Z\hat{\delta}_1$. Tb-Dy 8, Q mit insgesamt 10300 Linien neben 2000 Eisenlinien. Nachträglich habe ich noch den größten Teil des Dy 41 bearbeitet. Einzelne Linien sind in allen Fraktionen gemessen worden. Sämtliche Aufnahmen, Messungen und Reduktionen sind ausschließlich von mir selbst ausgeführt worden.

Das durch diese Messungen gewonnene Material habe ich nun einer eingehenden Diskussion unterzogen, um Klarheit über die Verunreinigungen zu erhalten. Zunächst sind mit Hilfe der Tabellen von Exner und Haschek diejenigen Linien eliminiert worden, welche von Elementen herrühren, die nicht zur Gruppe der seltenen Erden gehören. Hierher sind zu rechnen die Linien, welche aus den Kohlenstäben stammen, besonders Ba, Ca, Al, Si. Nicht völlig gelang wahrscheinlich die Eliminierung der Linien der verschiedenen Bandenspektren der Kohle, doch glaube ich, daß nur schwächere in den Tabellen geblieben sind, da bereits beim Ausmessen alle stärkeren durch Vergleichung mit dem Anhaltspektrum, in welchem sie auch vorkamen, erkannt und fortgelassen werden konnten. Die ultravioletten Cyanbanden störten übrigens das Bild des Spektrums erheblich und es sind durch sie schwächere Terbiumlinien in diesen Gegenden sicher unterdrückt oder verdeckt worden. Von anderen Elementen waren besonders Pt, Ni, Bi, Mg zu erwarten, welche durch die Fraktionierungen hineingekommen sein konnten. Die Präparate erwiesen sich indessen als völlig frei von diesen Elementen. Ein gleiches gilt von den seltenen Erden Ce, La, Pr, Nd, Sa, Eu. Das erste Element, dessen Linien auftraten, war das Gadolinium. Da die HH. Exner und Haschek über ein reines Gadolinium von Demarçay zu ihren Untersuchungen verfügten,

habe ich die Verunreinigungen auf Grund dieser Tabellen herausgesucht und nur in vereinzelten Fällen eigene Aufnahmen Urbainscher Präparate verwendet.[1] In der Tabelle I habe ich alle stärkeren Gadoliniumlinien, welche nicht in Koinzidenz mit Terbiumlinien sind, zusammengestellt und die Intensitäten J, die sie in den von mir gemessenen Spektren hatten, angeführt.

Tabelle I.

Exner u. Haschek		J (Eberhard)				Exner u. Haschek		J (Eberhard)			
λ	J	$Z\delta_5$	$Z\delta_1$	Tb-Dy 8	Q	λ	J	$Z\delta_5$	$Z\delta_1$	Tb-Dy 8	Q
3027.74	8	6				3814.18	10	3			
3100.66	10	6	0	0		50.85	8	1			
3350.63	8	6	2	0		51.15	8	1			
3418.87	8	3				52.65	10	6			
22.62	10	5	2			94.88	8	3			
39.37	8	3				3916.70	10	5	1		
40.13	8	5				4037.49	10	3			
81.49	8	4				38.03	8	3			
3545.94	10	3	0			49.59	8	4			
85.12	10	3				50.05	10	5			
3646.36	15	4				63.62	20				
54.78	8	2				70.51	10				
59.31	8	3	0			85.73	10	4			
64.78	8	5	0			98.80	10	3	1	0	
71.39	10	3				4212.16	8	4			
3712.88	8	5				26.02	8	4			
43.68	10	3				62.24	10	7	0		
68.60	20	7				4327.29	10	6			
96.62	10	2				42.35	10	3			

Es folgt aus dieser Tabelle, daß Q völlig und Tb-Dy 8 so gut wie ganz frei von Gadolinium sind, $Z\delta_1$ auch nur sehr geringe Spuren enthält.

Zur Eliminierung der Yttriumlinien habe ich die Tabellen von Kayser und die von Exner und Haschek benutzt und habe in der Tabelle II die Resultate gegeben. Ich möchte besonders darauf hinweisen, daß hiernach Yttrium in $Z\delta_7$, $Z\delta_5$, $Z\delta_1$ sicher fehlt. Auch in Dy 41 sind alle Yttriumlinien abwesend.

Tabelle II.

Exner u. Haschek		J (Eberhard)			Exner u. Haschek		J (Eberhard)		
λ	J	$Z\delta_5$	$Z\delta_1$	Tb-Dy 8	λ	J	$Z\delta_5$	$Z\delta_1$	Tb-Dy 8
3600.91	10			0?	4177.74	30			
3710.48	20			1	4309.81	20			
3774.52	20				4375.12	50			
3788.88	30			2	4398.25	20			
4077.54	20				4422.81	10			
4102.57	20								

---

[1] Die starke Gadoliniumlinie 4063.62 (20) aus den Tabellen von Exner und Haschek habe ich nicht finden können. In meinen Aufnahmen finden sich hier die zwei Linien 4063.54 (4) und 4063.76 (2).

Für die Aufsuchung der Linien der anderen Yttererden bin ich durchaus auf meine eigenen Untersuchungen angewiesen gewesen, da alle von Exner und Haschek benutzten Präparate sehr komplizierte Mischungen waren, ja, bei einigen (Erbium, Thulium, Ytterbium) überhaupt noch die elementare Natur zweifelhaft ist. Zum Glück war Urbain die Isolierung des Dysprosiums gelungen, so daß ich durch Ausmessung und vorläufige Aufstellung des Dysprosiumspektrums wenigstens diese Linien auslesen konnte, welche gerade am meisten als Verunreinigung in Betracht kommen. In Tabelle III sind vorläufige Werte der Wellenlängen und Intensitäten der stärkeren Dysprosiumlinien[1] gegeben, soweit nicht Koinzidenzen mit Terbiumlinien vorlagen, und daneben sind wieder die Intensitäten dieser Linien in den Terbiumpräparaten gestellt.

Tabelle III.

Eberhard						Exner und Haschek		Eberhard						Exner und Haschek	
λ	Q	Tb-Dy8	$Z\hat{c}_1$	$Z\hat{c}_5$	$Z\hat{c}_7$	λ	J	λ	Q	Tb-Dy8	$Z\hat{c}_1$	$Z\hat{c}_5$	$Z\hat{c}_7$	λ	J
2906.53	6	4				.53	2	3146.25	6	3				.24	2
14.09	6	0	0			.08	3	52.00	5	3	1			.00	2
34.02	6	5				.60	3	87.80	6	3	0			.80	2
44.70	5	2				.67	3	93.41	6	3				.42	3
53.88	5	1				.82	2	3205.61	6					57	1
77.57	6	3	0			.53	1	08.96	6	3	2	0		.94	2
86.06	7	2				.04	dp. 2, 2	12.20	5	0				.16	1
91.73	5					.73	2	15.31	6	3	0			.30	3
3002.51	5	2				.51	2	16.75	8	7	3			.77	6
03.89	6	2				.86	2	23.39	6	3				.41	3
15.22	6	2				.16	2	25.23	6	2				.23	2
15.82	6	4				.77	2	36.77	7	3				.75	2
17.10	6	2				.09	dp. 1, 2	48.47	5	3				.45	2
25.73	6	2				71	2	56.38	5	3	0			.40	2
26.30	6	5	0			.26	3	60.82	5	3	2	1		.84	2
29.95	5	2				.91	2	65.12	5	3	2			.12	1
36.83	5	2				.80	2	66.32	5	2				.33	2
47.68	7	4				.66	3	69.24	6	3				.22	2
51.60	5	3				.57	2	72.88	6	3				.85	1
52.44	5	2				.45	2	80.25	5	4	1			.22	3
60.17	5	2				.14	2	88.06	5	2				.05	2
62.76	5	4	0			.72	3	3308.97	9	6	2			.99	10
72.03	6	5	0			.03	3	10.42	7	4	2			.42	4
73.68	6	4				.66	3	17.22	6	3	1			.23	2
3102.04	7	3				.02	3	20.02	7	6	3			.02	5
03.36	5	2				.36	3	41.12	6	4	1			.12	4
03.97	5	3				.94	3	42.00	5	3	2			.00	2
05.12	5	0				.10	2	58.38	7	2				.39	2
20.28	5	3				.30	2	68.24	6	5	1			.21	5
28.51	7	4	0			.54	3	84.23	8	1				.21	2
40.74	6	4	2	0		.75	4	85.15	9	7	4	0		.19	10
41.25	6	4	0			.23	4	88.83	6	0					
43.92	5	2				.93	2	96.31	7	6	0			.31	6

[1] Ich habe zur Vergleichung die Wellenlängen und Intensitäten aus dem Spektrum des »Holmium« von Exner und Haschek daneben gestellt, welche dem Dysprosium anzugehören scheinen.

Eberhard						Exner und Haschek		Eberhard						Exner und Haschek	
λ	Q	Tb-Dy8	$Z\hat{c}_1$	$Z\hat{c}_5$	$Z\hat{c}_7$	λ	J	λ	Q	Tb-Dy8	$Z\hat{c}_1$	$Z\hat{c}_5$	$Z\hat{c}_7$	λ	J
3407.94	8	5	3			.94	6	3786.31	6	4	3			.34	8
14.95	6	4				.95	3	88.56	5	3	2			.57	5
19.73	8	4	2	1		.72	4	3812.41	6					.43	2
29.15	6	2				.23	1	25.82	5	4				.77	3
29.57	7	4	2	0		.50	2	72.30	7	5	3			.28	10
45.73	8	6	3			.72	8	92.08	5	2				.05	1
50.05	5	3				.02	2	98.08	7	6	3	0		.69	10
54.49	6	3	2			.50	dp. 4. 2	3914.14	5	2	0			.13	2
63.51	6	2	0			.46	1	15.02	6	3	0			.02	4
71.27	6	3				.27	2	15.75	6	3	1			.74	4
71.73	7	3				.72	3	31.07	5	5	3			.72	5
77.23	6	4	3			.21	4	42.00	6	4	0			.66	4
97.97	5	2				.93	2	44.85	9	9	4	1		.87	20
3501.59	5	2				.50	2	54.09	6	4	1			.68	3
04.08	7	3				.04	3	78.70	8	8	4			.70	10
17.41	6	3	1			.38	3	79.61	6	5				.57	3
24.15	8	5	3			.19	10	83.78	7	6				.82	10
31.89	10	10	3	2		.90	20	84.40	6	4				.38	4
35.12	5	4	3	0		.12	8	96.84	6	6				.90	10
36.18	6	4	3	0		.15	8	4000.59	10	9	4	1		.67	20
38.07	7	5	3			.65	8	11.44	5	5	0			.42	3
42.45	6	4	1			.50	6	24.57	6	4	0	0		.56	3
45.13	5	3	1	0		.12	2	27.94	6	4	0			.91	1
50.39	7	6	3			.37	5	42.12	6	4				.11	3
51.77	5	3	2			.79	4	46.13	10	10	4	2		.11	20
63.31	5	3	2			.30	4	48.51	5	3				.46	2
73.99	5	4				.99	3	50.73	7	7	3			.72	10
74.30	5	3	1	0		.31	4	73.31	8	6	4	2		.30	10
76.42	5	3	2			.40	5	78.10	10	9	4	0		.11	15
77.05	5	4	2			.01	5	4111.50	7	5	3			.51	10
96.21	5	2				.18	2	19.45	6	3	0			.47	3
3602.97	5	1				.90	2	24.79	6	4	0			.80	3
14.24	4	2				.21	2	29.58	6	6	2	0		.60	5
24.43	5	3				.40	2	43.26	6	6	2			.25	6
35.41	6	3				.39	3	68.14	8	7	3			.15	8
36.38	5	2						4206.74	7	7	4			.72	4
37.45	7	3				.40	3	11.92	10	10	5	1		.89	20
44.05	6	2				.04	3	18.28	9	8	2			.26	5
45.54	10	7	4	2		.52	10	21.32	8	7	3			.29	10
46.01	5	4	3			.90	3	25.34	7	6	3			.31	5
72.45	6	4	3			.43	4	47.52	5	4				.47	2
74.20	6	5	4			.21	4	95.18	9	6				.18	8
85.90	7	4				.92	3	4325.30	6	2	0			.29	3
94.98	7	6	1	0		.08	8	39.83	6	5	1	0		.80	3
97.65	6	3				.65	3	58.65	7	6	1			.60	3
98.34	6	4	1			.32	4	74.43	6	6	0			.42	3
3701.79	6	3				.76	3	74.94	6	5	0				
24.63	5	4	1			.59	4	95.15	9	7	4	0		.12	3
57.51	6					.52	6	4449.92	9	9	4			.88	10
84.05	5	3				.08	2	68.34	6	5	0			.31	3

Danach ist $Z\hat{c}_7$ ganz frei von Dysprosium, und $Z\hat{c}_5$ hat nur schwache Spuren der stärksten Linien.

Ein reines Neoholmium steht mir zur Zeit noch nicht zur Verfügung, ich konnte aber mittels des Präparates Ho wenigstens die allerstärksten Linien mit Sicherheit als dem Neoholmium angehörig nachweisen und führe diese in Tabelle IV an.

Tabelle IV.

	Eberhard					Exner u. Haschek	
λ	Q	Tb-Dy 8	$Z\delta_1$	$Z\delta_5$	$Z\delta_7$	λ	J
3399.00	2	0	1			3399.09	10
3416 55	1					3416.57	8
3485.02	2					3484.47	10
3515.74	1					3515 72	10
3891.21	3					3891.18	20
4045.64	1					4045.57	10
4054.05	2					4054.08	10

Danach ist $Z\delta_7$ und $Z\delta_5$ völlig frei von Neoholmium, und diese Erkenntnis ist ausreichend. Man sieht hiernach, daß sich die mir zur Verfügung stehenden Präparate in glücklichster Weise ergänzten.

Ein sicheres Auslesen der Linien der Erbiumkomponenten, des Thuliums und der Ytterbiumkomponenten[1] ist zur Zeit aus den oben angeführten Gründen nicht möglich, und es würde daher die große Gefahr bestanden haben, daß Linien dieser Elemente in meinen Terbiumtabellen vorhanden sein könnten. Daß dies nicht der Fall ist, ist dem Umstande zuzuschreiben, daß Urbain eine Fraktionierungsmethode gefunden und angewendet hat, bei welcher die sehr bedeutenden Yttriummengen des Rohmaterials sich zwischen Neoholmium und Erbium abscheiden, also schon das Neoholmium und um so viel mehr das sich vor diesem abscheidende Dysprosium und das sich wiederum vor diesem noch abscheidende Terbium frei von Erbium, Thulium, Ytterbium sein müssen. Das völlige Fehlen der sehr starken Yttriumlinien in den Präparaten $Z\delta_7$, $Z\delta_5$, $Z\delta_1$ ist bei der erwähnten Sachlage ein absoluter Beweis für die Abwesenheit von Erbium, Thulium und Ytterbium in den Terbiumpräparaten. Gleichwohl habe ich es nicht unterlassen, die starken Linien, welche Exner und Haschek diesen Elementen zuschreiben, unter den Terbiumlinien aufzusuchen, allerdings mit negativem Erfolge, was schließlich auch für das Scandium gilt. Es ist nach der vorhergehenden Diskussion klar, daß Dr. Urbain in der Tat die Reindarstellung des Terbiums in hervorragender Weise gelungen ist, nachdem es 60 Jahre von zahlreichen Forschern ersten Ranges vergeblich versucht worden war.

In der nun folgenden Tabelle der Terbiumlinien ist jeder Wert der Wellenlänge und der Intensität ein Mittelwert aus drei, vielfach aus vier einzelnen Werten, welche aus den Messungen von $Z\delta_7$, $Z\delta_5$, $Z\delta_1$, Tb-Dy 8 gewonnen worden waren. Nur in ganz vereinzelten Fällen (meist für schwache Linien) sind die Zahlen der Tabelle Mittel aus zwei

[1] Auer von Welsbach hat neuerdings Erbium und Ytterbium in je zwei Komponenten zerlegt, doch ist Genaueres darüber noch nicht bekannt geworden.

Einzelwerten und dies auch nur dann, wenn die betreffende Linie sowohl in $Z\delta_7$ wie in $Z\delta_5$ vorhanden war, so daß ihre Zugehörigkeit zum Terbium nahezu sicher ist. Ich habe alle in den Spektrogrammen vorhandenen Linien gemessen, soweit sie nicht sofort als Linien der Kohle erkenntlich waren. Den schwächsten, noch gut meßbaren Linien ist die Intensität 1, den stärksten die Intensität 10 zuerteilt worden. Die allerschwächsten, noch eben sichtbaren, aber nicht mehr sicher meßbaren Linien (Intensität 0) sind in der folgenden Tabelle fortgelassen worden; es sind übrigens nicht viele. Für die Abschätzung der Intensität war sowohl die Stärke der Schwärzung als auch die Breite oder der Gesamteindruck der Linien maßgebend, nur bei diffusen Linien wurde die Intensität lediglich nach der Stärke der Schwärzung angesetzt. Die Bezeichnungen: br, dp und r bedeuten breit, doppelt, nach Rot verwaschen. Ist eine Linie nicht zweifelfrei dem Terbium zuzuerteilen, so ist dies durch ein beigesetztes Fragezeichen bemerkbar gemacht.

Neben den von mir gefundenen Werten der Wellenlängen und Intensitäten habe ich in den Tabellen noch diejenigen aus dem Holmiumspektrum von EXNER und HASCHEK angegeben, welche dem Terbium anzugehören scheinen, außerdem aber diejenigen Linien des Gadoliniums, Yttriums, Dysprosiums, welche den Terbiumlinien benachbart sind. Auch hier sind es für das Dysprosium nur vorläufige Werte.

Tabelle V.

EBERHARD		EXNER u. HASCHEK		Bemerkungen	EBERHARD		EXNER u. HASCHEK		Bemerkungen
λ	J	λ	J		λ	J	λ	J	
2759.65	1				2919.06	2			
69.69	2	.65	1		24.28	1			
84.63	1				24.64	1			
2800.66	1	.65	2	Dy .65(2)	26.07	1			
09.46	3	.40	1		31.53	1			
12.79	1	.75	1		33.02	3	.99	1	
27.56	1				33.94	1			
44.08	1				34.90	1			
55.10	1				36.49	1			
55.80	1				40.17	3	.13	1	
57.84	3	.79	1		41.81	1			
61.47	1				45.04	2			
84.82	1	.77	1		45.84	2			
86.03	1				46.93	1			Dy .95(3)
86.42	3	.38	1		49.20	1			
87.54	1				50.18	1	.18	1	
94.58	2	.58	1		56 35	4	.32	1	
97.58	5	.59	1		60.72	1			
98 96	4	.95	1		63.01	1	.00	1	
2901.67	1	.70	1		64.12	1	.12	1	
10.44	2	.47	2		64.87	2	.85	1	Dy .90(2)
11.96	2	.93	1		68.96	3	.97	1	Dy .02(2)
14.87	4	.88	1		77.89	2	.91	1	
15.70	3	.70	1		87.17	1			
16.37	3	.38	1		88.81	2	.80	1	

Eberhard λ	J	Exner u. Haschek λ	J	Bemerkungen	Eberhard λ	J	Exner u. Haschek λ	J	Bemerkungen
2992.09	1				3102.66	5			
95.12	1	12	1		03.10	5	.10	1	
98.18	3			Gd .20(5)	05.27	2	.28	1	
3004.71	2	.70	1		05.93	2	.90	4	? Dy .89(6)
05.65	4	.60	1		12.53	1			
09.44	4	42	1	Gd .47(1)	12.68	1			
10.71	4	.70	1		13.72	4			
12.18	1				14.56	1			
13.07	1				17.37	2			
13.77	2	.81	1		18.01	2	.02	2	Gd .07(1), Dy .04(4)
16.30	5	.36	dp.1.1		19.73	4	.71	1	
18.32	3	.27	1		21.55	1	55	1	
20.47	4	.44	1		22.05	3	07	1	
22.10	1				22.93	3			
23.57	3				23.16	4	.17	1	
23.88	1				24.12	2			Gd .10(3)
27.46	4	.44	1		24.65	1			
29.38	1				29.00	1			
31.72	5	.73	1		30.78	1 br			
34.22	2			Gd .20(8)	31.48	3			
35.00	1				34.37	4	.39	1	
37.14	1	.13	1		35.41	2			Dy .51(0)
38.37	1	.40	3	Dy .43(6)	37.40	2			
38.81	2	.80	1		38.75	1			Gd .81(1)
43.74	1 br				39.77	0	.74	1	
45.08	5	06	1		40.18	4	.15	1	
47.11	1				43.56	1			
51.24	5				44.56	1	.60	1	
52.34	1				45.33	4	.31	2	Dy .32(3)
53.41	2				46.35	2			
53.71	6	71	2	Gd .70(3)	46.83	2			
61.96	1				47.07	4	.02	1	
62.90	1				47.27	4	.25	1	
64.20	4	.15	1		48.84	4	.85	1	
64.69	1	.67	1		54.85	1			
65.32	1	.28	1		55.22	1			
65.82	1				55.74	3			
66.02	1				57.28	1	.30	1	Dy .31(2)
67.31	5	.30	1		57.62	1	.64	1	Dy .66(2)
69.14	6	.11	dp 1.1		58.20	1			
70.19	7	.17	2		58.80	2			Gd .75(1)
72.79	5	82	1	Gd .74(3)	59.35	2			
76.18	2				59.52	2			
79.01	6	.99	2		62.55	2			
80.27	1				63.02	4			
81.68	2				63.95	3			
82.17	1	.20	1	? Gd .15(10)	64.21	3	.22	1	
82.53	5	52	1		64.88	3			
83.94	1				65.86	5	.87	1	
85.14	1				67.62	4	.60	2	
86.91	2				68.42	5			
87.66	1			Dy .67(2)	68.71	1	74	1	Dy .76(2)
88.55	6 br	.52	1		69.93	5			
89.25	1	.19	1	Gd .31(1)	71.30	2			
89.70	5	.06	2		72.04	1			
91.80	1				73.84	4			
92.13	1			Gd .15(2)	73.94	1	.90	2	
93.06	1				74.79	5	.80	1	
93.32	1			Dy .25(3)	75.55	1			
93.55	1	.56	1	Dy .63(1)	76.60	1			
93.76	1	.95	2		77.15	1			
[illegible]	2	00	1	Gd .92(1)	77.61	1 br	.66	1	Dy .63(2)
97.53	1	.52	1		79.94	1			

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3180.66	6	.72	1	
81.30	1			
82.91	1			
83.39	3	.34	1	Dy .32(3)
83.76	3			
83.98	3	.01	1	
85.67	2			
86.33	2			
87.37	6	.39	2	
88.15	6	.18	1	
88.68	2			
89.87	1	.92	1	Dy .90(2)
90.10	2			
90.80	1 br	.80	1	Dy .76(2)
92.58	1			
93.13	1	.09	1	
94.31	2			
94.83	4			
95.74	5			Y .75(3)
98.15	1			
99.67	7	.65	1	Gd .67(1)
3200.84	3			
02.00	1			
02.82	2			?
03.15	2			
07.19	3	.23	2	Dy .25(6)
07.63	4			
08.09	3			
09.66	3			
10.15	1			
10.32	3			
15.15	3			
15.63	1			
19.04	8	.05	2	
20.09	6	.10	2	
20.34	1			
23.10	3			
24.84	1			
25.63	1			Gd .57(2)
27.10	1			
27.61	1			
29.30	2			
29.81	1 br			
30.13	4			
30.85	1			
31.18	3	.17	1	
31.59	1			
32.16	2			
33.69	1			
34.62	2			
35.88	3			Dy .97(6)
36.29	2			Gd .26(1)
39.39	1			
39.74	2 br	.69	1	
40.11	5	.14	1	
40.78	4			
42.06	1			
43.32	3			
44.74	1			
45.31	3			Dy .25(5)
45.52	1			
46.64	1			
47.32	1			

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3247.98	1			
49.75	2			
50.63	1			
50.88	1			
51.00	1			
51.37	4	.42	5	Dy .41(7)
52.44	6	.45	1	
53.08	1			
55.34	2	.36	1	
58.53	1			
59.54	4	.51	1	
60.23	4			Dy .12(6)
60.80	1	.84	2	Dy .83(4)
60.97	2			
61.86	5			
62.83	3			
63.09	5	.10	1	
63.87	1			
64.05	3	.03	1	
64.19	1			
65.05	3			
66.09	2	.12	1	
66.55	6	.52	1	
68.20	4	.20	1	
68.95	3	.96	1	
70.70	1 br			
70.83	1			
72.53	4	.48	1	
73.28	2			
74.31	3			Gd .30(1)
74.45	2			
75.84	1	.87	1	Dy .92(2)
77.45	3	.45	1	
77.85	1 br			
79.22	1			
80.44	6	.40	2	
81.55	6	.55	1	
83.20	6	.27	1	
83.96	1			
85.10	5	.16	1	
85.33	3			
86.20	1	.30	1	
87.08	1 br			
87.70	3	.67	1	
91.69	4	.68	1	
93.20	4 r	.18	2	
94.16	4			Gd .21(2)
95.44	2	.50	1	
98.34	2	.34	1	
98.79	4	.76	1	
3304.22	2	.19	1	
04.39	2	.45	1	Dy .42(2)
05.07	3	.09	2	
05.51	2			Dy .55(2)
07.53	5 br			
07.92	1			
08.66	2			Gd .66(1)
09.28	2			
10.24	1			
10.49	1			
10.92	2			
12.70	1			
12.90	3	.86	3	

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3314.45	3			
15.17	1			
17.71	2			
18.17	1			Gd .19 (1)
19.31	1			
19.93	1 br			Dy .02 (5)
21.02	1			
21.25	4 br	.23	1	
22.38	5	.40	1	
23.52	3			
24.03	3	.06	1	
24.54	8	.56	4	
25.64	3	.64	1	
27.24	3	.20	2	
29.20	5	.20	1	
33.33	3	.30	1	
34.07	2			
34.47	1			
34.62	3	.56	1	Dy .56 (1)
35.56	2			
36.87	5	.90	1	
38.18	3	.14	1	
39.15	5	.14	1	
39.75	2			
43.10	1			
43.71	1	.69	2	Dy .65 (1)
43.90	1			
45.00	1			
46.49	1	.45	1	
47.41	3	.36	1	
48.25	3	.20	1	
48.43	1			
48.70	3	.70	1	
49.57	6	.54	1	
50.64	2			Gd .63 (8)
51.58	1			
53.05	3			
57.50	3			Dy .46 (1)
59.47	1			
59.99	2			
60.39	2			
62.32	5			Gd .40 (8)
64.33	2			Gd .36 (2)
64.48	1			
65.01	7	.01	1	
65.42	3			
66.31	1	.33	1	
67.31	3	.30	1	Gd .22 (1)
68.67	1			
70.73	3	.70	1	
71.65	3	.65	1	
72.50	4	.50	1	
72.85	1	.90	5	Dy .88 (3)
74.56	3			
75.18	4	.16	1	
76.51	2	.47	1	Dy .50 (3)
76.79	3	.74	1	
77.80	4			
78.86	4			
79.02	4	.00	2	
79.32	1			
80.78	4	.79	1	
81.01	2			
3381.74	1	.70	1	
82.91	4	.91	1	
86.61	4			Dy .70 (3)
87.77	1			
88.51	1	.48	1	
89.72	2			
90.15	3			
90.78	1			
91.05	1			Gd .04 (1)
91.39	3			Gd .45 (1)
91.80	1			
92.20	2			
93.12	1	.10	1	
93.68	2			Gd .76 (2), Dy .71 (7)
94.94	3	.97	1	
95.35	3			
97.36	1			Gd .35 (1)
97.76	2			
98.49	4	.45	1	
98.69	1			
99.23	3			
3400.10	2			Gd .12 (3)
00.64	3	.62	1	
00.99	4	.01	1	
02.45	4			
04.91	3			
06.16	3			
07.25	1	.30	2	Dy .31 (2)
09.00	1			
10.04	1			
10.56	3			
10.83	3	.85	2	
13.92	5	.92	5	Dy .94 (7)
15.59	1			
16.40	4			
16.71	1			
17.87	2			
18.11	1			
20.47	5	.46	1	
23.21	1			
23.56	1			
24.14	2			Gd .07 (5)
24.40	1			
24.83	1			
25.57	1			
26.06	2			Gd .08 (3)
26.48	2			Gd .40 (2)
28.29	1	.26	2	
28.87	1			
29.24	1	.26	1	
29.92	1			
30.31	1			
30.49	1			
30.76	4			
32.03	1			
32.51	3			
33.38	5	.40	1	
34.57	2	.51	5	Dy .50 (6)
35.08	1			
35.70	1			
36.27	1			
37.12	3	.06	1	Dy .07 (1)
38.73	3			

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3439.22	1			
39.87	2	.86	1	Gd .93 (3)
40.55	4	.55	1	
41.84	1			Gd .92 (2)
44.06	1			
44.74	3	.70	1	
44.91	1			
46.52	5	.46	1	
49.02	1			
49.61	2			
52.56	2			
53.01	1			
53.60	1			
54.24	3			Gd .30 (3)
55.55	1			
56.15	2	.13	10	Dy .13 (3, sehr breit)
56.71	1	68	4	Dy .67 (6)
57.18	3			Gd .17 (2)
58.77	3	.73	1	
60.57	3	.54	2	Dy .54 (2)
61.14	4	.10	5	Dy .10 (5)
62.68	1			
62.98	1			
63.12	2			Gd .14 (3)
64.76	1 br			
66.13	2			
67.03	2			Gd .09 (3)
68.17	5	.15	1	
68.55	1	.55	2	Dy .58 (2)
69.84	1			
70.01	1	.00	1	Dy .06 (1)
70.52	3	.46	1	
71.87	3			
72.52	3	.49	1	
72.95	6	.95	1	
73.18	2			
73.94	2			Dy .84 (3)
75.46	1 br			
76.28	2			
76.45	2	.47	1	Gd .45 (2)
79.40	1			
80.33	4	.32	1	
80.63	1 dp	.57	1	
81.69	2			
82.98	2	.91	1	Dy .93 (3)
83.20	3	.16	1	
83.85	3	.83	1	
84.86	1 br			Dy .84 (2)
87.43	3			Dy .38 (2)
87.78	2			Dy .72 (3)
88.96	1			
89.65	4	.63	1	
89.91	2			
90.42	1			
91.41	2	.39	1	
91.94	1			
92.13	2 br	.13	1	Gd .10 (6)
92.69	3	.66	1	
93.14	2			
94.39	2			
95.53	2			
96.43	1	.46	3	
98.90	1	.82	3	Dy .86 (3)

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3499.47	1 dp			
3500.20	1			
00.42	3			
00.99	5	.96	1	
04.18	1			
04.91	2			
05.26	1	.24	dp 1,1	
06.05	3			
07.58	3	60	1	
09.32	10	.30	8	Vielleicht Doppellinie
10.25	2	.22	1	Gd .26 (1), Dy .28 (2)
11.21	1	.15	1	
12.73	2	.70	2	Gd .66 (4), Dy .70 (3)
13.24	4	.20	1	
14.01	1			
14.31	1	.27	1	
15.16	3	.16	1	
15.64	2			
16.31	2			
16.79	1			
19.91	4			
20.95	2	.96	1	
23.10	1	.02	2	Dy .02 (2)
23.33	1			
23.82	7	.81	2	
25.27	3	.27	1	Gd .28 (1)
25.79	3	.81	1	
26.02	1			
26.91	1			
29.93	2			
30.57	1	.57	1	? Dy .57 (1)
32.00	2			
32.84	2			
33.79	2			
33.99	2			
36.51	3			
37.32	1			
37.88	1			Dy .83 (2)
38.03	3			
39.05	2			
39.97	1			
40.41	5	.41	1	
43.38	3			
44.03	4			
44.54	1			? Dy .54 (3)
46.64	2			
51.14	1 dp			
52.12	3	.17	1	Dy .19 (2)
55.42	3			
55.87	1	.83	1	?
56.24	1			
56.39	1			
58.91	1 br			
59.39	1 br	.42	2	?
59.54	2			
59.88	3			
61.88	6 br	.83	3	
63.05	3	.09	1	
65.87	3	.84	2	
66.25	1	.23	1	Dy .21 (1)
67.50	5	.50	2	
67.99	1			
68.64	8	.63	4	

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3569.11	5	.14	2	
71.49	1			
72.25	2	.28	1	
75.77	1 dp			
76.03	2			
76.78	1	.74	1	
77.21	3			
79.36	5	.33	1	Dy .27 (2)
85.24	2	.21	5	Dy .22 (3)
87.60	3	.56	1	
87.86	1	.90	1	Y .86 (1)
89.74	1			
91.55	2	.58	4	? Gd .56 (2), Dy .57 [(6)]
91.78	2			
93.23	3 br	.29	1	
93.88	2	.85	1	
94.41	2	.42	1	
94.73	1	.75	1	
95.12	3			Dy .20 (5)
96.52	5	.52	1	
96.97	1			Gd .99 (1)
97.96	1			
98.21	3			
3600.19	2			
00.55	6	.50	4	Dy .56 (4)
00.94	1			
01.68	1	.65	1	
01.86	2			
02.64	1			
05.04	4	.04	1	Gd .00 (4), Dy .04 (1)
06.14	2			
06.31	3	.26	5	Dy .28 (6)
07.66	1			
08.00	1			Gd .01 (1)
08.35	1			
09.20	1			
09.70	1 dp			
10.00	1			
11.42	3			
11.61	3			
13.17	3	.21	2	Dy .22 (3)
13.47	1			
13.81	3	.80	1	
14.79	3	.77	1	Dy .80 (2)
15.58	1			
15.77	4 br	76	1	
16.71	4	.70	2	
18.01	5	.98	1	Dy 05 (3)
18.31	2	.25	2	Dy .23 (4)
19.86	4	.85	1	
22.27	2	.25	1	
24.02	4			
24.89	3			
25.66	6	.64	2	
26.27	1			
26.63	5	.61	1	
27.01	2			Gd .02 (1)
28.31	3 br	.35	1	
28.87	1			Y .85 (4)
29.59	4 br			Gd .[illegible] (2), Dy .57 (5)
30.40	3	.35	5	Gd .39 (1), Dy .39 (6)
31.20	2			Dy .20 (1)
31.64	4			

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3633.43	6			Dy .41 (2)
35.58	3			
38.59	4	.58	1	Dy .64 (3)
39.06	1	.03	1	Dy .05 (1)
39.95	4	.99	1	Dy .00 (2)
40.91	1	.95	1	Dy .97 (3)
41.80	6	.77	1	
42.19	1			
42.50	1			
42.82	3			
43.43	2			
43.90	1			
44.28	2			
45.96	3	.96	1	Dy .00 (5)
46.28	1			Gd .36 (15)
46.58	1			
47.19	4			
47.87	4			
49.51	1			
50.55	7	.51	3	Dy .57 (2 br)
51.08	3	.10	1	Gd .09 (2)
52.03	3	.00	1	
52.43	2	.41	1	
53.11	3			
54.02	2	.00	1	? Dy .02 (2)
55.01	5	.99	2	Dy .02 (3)
56.03	1			Dy .58 (1)
56.90	1			
58.42	2			Gd .35 (1)
59.01	6 dp	.00	3	
59.58	3			
60.62	2			
60.89	3	.85	1	
63.27	5	.25	1	
64.45	1			
65.75	1			
68.14	1	.11	1	
68.64	1	.66	1	Dy .69 (1)
69.79	1	.79	1	
70.80	1			
71.52	2			
72.51	2			Dy .45 (6)
75.91	2			
76.52	8	.48	3	Dy .58 (1)
78.04	3			
78.94	2			
81.62	1			
82.45	7	.45	2	
83.44	1			
84.99	2	.00	1	
87.34	1			
88.32	5	.30	1	
89.28	4	.24	1	Dy .18 (1)
89.88	2			
91.32	7 br	.32	2	
92.15	1			
93.00	4			
93.74	2	.73	1	Gd .76 (1)
94.87	1			
96.45	3	.40	1	
97.03	4	.05	2	
97.91	1			? Gd .89 (5)
99.50	4			

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3700.28	1			
00.47	1			
01.47	1			
03.01	8	.99	4	
03.64	1			
04.05	8	.05	3	
05.25	2			
06.54	4	.53	1	
08.93	3			
09.51	4			
11.92	8 br	.90	2	Dy .81 (5)
14.56	1 br			
16.24	2			
16.58	2	.54	1	Gd .52 (5)
17.07	1	.05	2	Dy .10 (3)
17.64	3			Gd .60 (4)
18.06	1			
18.65	2			
19.62	3			Gd .63 (10)
20.46	1			
20.59	1			
22.79	2	.79	1	
23.26	3			
25.11	2			
25.59	2 br	.59	1	Gd .63 (3), Dy .62 (1)
28.83	2	.88	1	
29.12	3			
30.07	5	.05	1	
30.57	1			
32.00	1			
32.54	5	.53	1	
34.88	2			
35.17	2			?
38.57	1 br			
39.06	2			
40.51	3			
41.35	4	.32	2	
41.76	3			
42.04	3	.02	1	Gd .05 (1), Dy .02 (2)
43.27	3	.21	1	Dy .24 (2)
45.20	3	.17	2	
46.72	3			
47.33	4	.33	1	
47.52	6	.48	1	
48.97	1			
49.47	1			
49.88	1			
51.81	1 br			
52.37	1 br			Gd .42 (1)
53.74	2			
55.38	6	.35	2	Gd .38 (1)
57.58	3			Dy .52 (6)
58.06	4			
58.46	1			? Gd .40 (5)
59.53	3 br	.50	1	
60.34	1			
61.25	1			
62.88	1	.89	1	
65.26	6	.28	2	
67.65	3			Dy .74 (2)
75.41	2			
76.62	7			
77.63	2	.57	2	Dy .59 (3)

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3779.36	2			Dy .32 (2)
80.14	1			
81.80	1			
83.62	3			Dy .67 (5)
85.52	1	.54	3	? Dy .54 (3)
87.35	4			Y .31 (2)
89.20	1			
89.86	1			
90.06	2			
92.35	1			
93.69	3	.70	2	
94.50	1 br	.51	1	
98.01	1			
98 66	3	.70	1	
99 09	1			
99.72	3			
3801.96	2			
02.33	2			
06.53	1			Dy .47 (4)
07.00	3	.00	2	
11.82	2			
12.84	2	.83	1	
13.28	1			Dy .27 (2)
16.33	1 br	.31	3	Dy .35 (3)
20.26	1			
20.55	1			
20.93	2			
23.23	1			
24.51	2	.50	2	
42.01	4			
43.16	3			
44.39	1			
48.91	4			
52 02	1			
74.30	6	.25	10	Dy .31 (4)
85.27	1	.23	1	
86.18	1			
87.00	3	.96	1	
87.85	2			Gd .87 (1)
88.40	2	.37	1	
90.03	1			
93.52	3			
94.73	1 dp			
96.16	3			
96.74	4	.78	1	
97.45	1			
98.03	3	01	1	
99.34	8	.32	3	
99.72	3	.77	1	
3900.92	1			
01 47	3	.47	2	
01.79	1			
02.14	1 br			
03.29	1			Dy .23 (1)
04.33	1	.35	2	Dy .38 (3)
04.72	1 br			
05.72	1	.73	3	? Si .69 (10), Dy .66 (12)
06.71	1			
08.23	3	.17	1	
08.82	2			
09.30	4	.28	1	
09 69	4	.71	1	
10.31	2	.28	1	Dy .24 (1)

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen	Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
3910.56	1				3972.22	2	.24	1	
10.78	1			Dy .70 (1)	73.07	1			Dy .18 (1)
11.01	2				74.41	4	.47	1	
12.42	1				74.84	2	.86	2	
12.93	2 dp			Dy .00 (2)	76.99	10	.00	5	
13.62	2				80 41	1			
13 93	1			Gd .92 (1)	81.29	5	.32	1	
14.72	2				82.02	10	.09	8	Dy .10 (7)
15.54	5	.57	1		82.47	1	47	1	
17 11	1				84.00	3			
17 45	2	.48	3	Dy .49 (2)	84.18	3			
18.97	2				84.96	1			
19.67	7 r	.64	1		85.22	2			
20.11	2				86.48	3	.49	1	
20.88	4				87.84	1	.78	1	
21.16	1				89.63	1			
21 91	1				90.75	3			
22 23	5	.25	1		91.73	1			
22.88	5	.92	1		92.33	1			
23.13	1				93 00	1			
24.53	2			Dy .60 (2)	93.67	4			Dy .71 (2)
24.95	2				95.27	1			
25.57	7	.57	2		95.93	1	.94	1	Dy .91 (1)
29.94	2 dp			Dy .86 (1)	97.52	3			
30.95	3				98.24	1	.20	2	Dy .20 (1)
32 50	2 br				98.53	3			
35.38	7 r	35	2		99.03	2	.05	1	
37.30	1	.30	1	Dy .32 (1)	99.50	4	.55	1	
37.77	2	74	1		4000 13	4	.13	1	
39.68	8	.68	2		01.40	1	.45	1	Gd .40 (3)
41.32	3	.34	1		02.30	5 br	.31	1	Dy .35 (1)
41.53	1				02 70	7	.72	2	
42.34	3	.34	1		03.91	2	.92	1	
43 07	1				04.03	1	.00	1	
43.81	2				04.64	2	.59	1	
44 36	1				05.62	8	.64	3	
45 07	2 br				06.07	3			Dy .01 (1)
47.02	6	.05	3	Dy .09 (5)	07.32	1	.28	1	Dy .30 (1)
48 45	4	.46	1		07 86	1	.89	1	Dy .91 (3)
49 67	1				09.34	2	.30	1	Gd .35 (2)
50.05	1				09.65	3			
50.27	2				10.18	2	.21	2	Dy .23 (3)
50.55	3			Y .52 (10). Dy .52 (5)	12 94	5	.92	2	Dy .97 (1)
50.91	1				13.36	3	.40	1	
52.02	1				15.66	1 br			
54.18	4	.17	1		16.09	1 dp			
55.89	1 br	.83	1		16.44	1 br			
56.29	3				17.01	1	.00	1	Dy .06 (1)
57.49	2				17.99	1 br			Dy .92 (2)
58.11	4	.11	2	Dy .19 (4)	18.51	1 dp			
58.49	6	.52	1		19.28	5	.25	1	
58.76	1				20 60	5	.62	3	
60.28	1 br			Gd .27 (1)	21.25	2			
60.84	2				23.02	3	.03	1	
62 12	1				23.87	2	.85	2	Dy .89 (3)
62.76	1	.75	2	Dy .74 (2)	24.21	3			
63.06	1				24.88	3			
65.25	2	.25	1	Dy .26 (1)	25.84	4			Dy .78 (2)
66.09	4				27.54	1 br			
67.36	3				28.13	1			
67.80	2				28 42	5	.45	3	Dy .51 (5)
70.35	4	36	1		30.11	1			
71.90	3	90	1	Gd .91 (4)	31.77	6	.78	2	

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
4032.45	5	.48	2	
33.18	7	.20	3	
36.35	1			
36.57	1			Dy .51 (4)
38.98	2			Dy .01 (2)
39.35	2			
39.64	2	.63	1	Gd .63 (1)
40.26	1			
40.56	3			
42.00	1			Dy .12 (5)
42.47	2			
43.81	2 br			Gd .85 (1)
47.32	3			
48.97	1	.96	1	
51.65	1			
51.95	4	.95	2	Dy .05 (2)
52.56	1			
52.99	6	.96	1	
54.22	3			
57.18	1			
58.59	2			
60.54	4	.53	1	
61.01	5	.00	1	
61.74	5	.70	2	Dy .69 (1)
62.36	1			
62.94	1			
64.02	4	.97	1	
66.33	5	.33	1	
70.25	3	.25	1	Dy .24 (1)
70.69	2			
71.36	2			
72.44	2			Dy .46 (1)
72.84	4			Dy .76 (1)
73.88	3	.86	1	Gd .99 (10)
74.12	1	.13	2	Dy .14 (2)
74.22	1 dp			
75.32	3	.32	1	
75.99	1			
78.59	2			Gd .60 (6)
80.94	1			
81.38	4	.38	2	
82.37	2			
82.95	2			
83.35	2			Dy .26 (1)
83.81	2			Gd .87 (2), Dy .75 (1)
84.40	2	.40	1	Dy .43 (1)
84.99	2			
86.77	3	.75	1	
87.85	2			Gd .85 (3), Dy .94 (2)
89.48	3	.50	1	
89.66	2	.64	1	
91.49	1			
92.34	3	.34	1	
94.20	1			
94.58	6			
96.09	1			Dy .25 (2)
97.56	2 dp			
99.32	1			
99.62	2			
4101.08	5 br			
01.82	4			
02.67	3			
03.60	4			Dy .48 (6)

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
4104.09	6			Dy .00 (4)
05.54	3	.50	1	
06.17	1	.12	1	?
07.90	1 br			
09.70	1			
12.66	3	.68	1	
13.05	3			Dy .15 (1)
14.27	3	.21	2	Dy .23 (2)
15.49	2 br	.46	1	Gd .54 (1)
16.68	1			
17.40	1			
20.09	3	.12	1	
20.69	2			
21.19	1			
22.38	1			
22.66	2			
23.93	1			Dy .88 (1)
26.90	1			
27.44	3			
30.32	1			
31.28	1			Dy .18 (3)
31.63	3	.65	1	Gd .65 (3)
33.01	2	.03	2	Dy .02 (2)
35.55	3	.53	1	Gd .60 (1)
38.79	1			Dy .70 (1)
39.22	2			
39.94	3			
40.93	1	.95	1	
41.71	4	.67	4	Dy .67 (6)
42.61	1			
43.76	3			
44.55	8	.58	3	
47.13	1			
48.34	1			
49.30	3	.30	1	
50.71	2			
51.28	1	.26	3	
53.65	1			Gd .66 (2)
56.44	3			
58.46	1			
58.70	2			
61.64	1 br			
66.69	1			
69.27	3			
69.50	1	.45	1	Dy .40 (2)
70.07	1			
70.65	2	.71	1	
71.21	3			
71.94	5			Y .91 (2), Gd .86 (2)
72.77	3			
73.00	1			
73.64	4			
76.04	1			
79.14	2			
79.97	1			
80.54	4			
81.03	3	.07	1	Gd .05 (2)
81.50	3			
84.49	2			Gd .48 (10)
85.10	2			
86.38	2			
87.33	3			
88.27	2			Gd .20 (2)

Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen	Eberhard λ	Eberhard J	Exner u. Haschek λ	Exner u. Haschek J	Bemerkungen
4188.08	3				4369.87	6	.87	1	
90.28	1				71.73	1			
91.80	3	.83	5	Gd .75 (2), Dy .81 (3)	72.44	2			
93.29	1			Gd .29 (1)	73.38	2			Dy .33 (2)
93.55	1				75.39	4	.39	1	
93.94	1				76.91	8 br	.80	3	Dy .88 (4)
94.14	1				77.93	3			
96.91	3				78.71	10	.07	4	
97.27	1			Gd .21 (3)	80.67	1			? Gd .69 (8)
98.61	2				81.48	1			
99.87	1				85.30	5	.30	1	
4200.83	2				85.92	2	.98	1	Gd .96 (2)
01.18	6	.15	1		86.29	1			Gd .26 (2)
03.91	4	.88	1		87.06	3	.05	1	
06.65	1			Dy .70 (6)	89.89	4	.87	1	
07.06	1				94.53	1			
07.67	2				95.50	1			
08.83	3				96.49	3			Gd .40 (3)
13.62	4			Dy .70 (2)	98.55	4			Gd .60 (1)
14.56	4	.55	1		4300.08	4	.05	1	
15.25	4	.32	5	? Gd .13 (6), Dy .30 (5)	01.11	1			?
16.11	1	.06	1		03.12	4			Dy .17 (3)
16.83	1				04.17	2			
17.66	3				07.38	3	.35	1	
18.06	1				08.85	7	.80	10	Dy .82 (7)
19.01	1				10.61	4	.56	1	
19.32	3				11.17	1	.16	1	Gd .14 (2), Dy .18 (1)
20.24	3				11.74	2	.72	1	
22.85	1				12.26	3			Dy .15 (1)
23.46	3				13.40	2	.40	1	
24.43	3			Y .43 (1)	15.87	2			
26.63	9 br	.58	1		19.05	9	01	3	
30.74	2				20.45	1			
31.54	2				22.39	5	.40	2	Gd .35 (2), Dy .37 (1)
32.05	3			Dy .18 (5)	23.04	3			
32.36	3				23.83	3			Dy .95 (2)
32.98	4				26.00	9	.04	2	
34.37	1			Dy .33 (1)	26.64	6	.62	3	Dy .58 (2)
34.80	1				29.10	5	.08	2	Gd .06 (1), Dy .08 (4)
35.52	2	.54	1		30.53	1			
39.44	3				32.30	5	.30	1	
40.11	1			Dy .01 (3)	34.84	2			
40.33	1 br				36.66	7 dp	.64	2	
42.43	1				37.79	5	.82	1	
42.73	3				38.62	6	.60	3	
44.73	1				40.79	6	.79	2	
45.36	1				42.70	9 br	.73	1	
45.95	1			Dy .07 (4)	48.49	2	.51	1	Dy .52 (1)
46.77	2			Gd .70 (3)	49.78	2			
48.73	1			Dy .65 (2)	50.92	2	.93	2	
50.44	2	.50	1	Dy .55 (1)	51.80	1 dp			
51.50	2				53.39	9	.35	1	
51.88	6	.85	1	Gd .[illegible] (6), Dy .94 (1)	56.28	4	.25	1	
54.17	1				57.01	7	.99	2	
55.39	7	.36	1		60.31	5	.35	1	Dy .36 (2)
56.30	1				66.18	1			Y .20 (1)
58.37	8	.32	2		67.67	5			
60.94	1				72.22	2	.23	1	
63.85	1			Dy .75 (1)	76.59	3			
64.82	1				81.47	2			
65.15	1				82.60	5	.61	1	
66.53	5	.49	1		84.24	1			
69.49	1				85.85	4			

Eberhard λ	J	Exner u. Haschek λ	J	Bemerkungen	Eberhard λ	J	Exner u. Haschek λ	J	Bemerkungen
4386.24	5	.21	1		4473.87	1			
88.42	4	.43	1		85.85	1			
89.20	1				88.33	2			
91.10	5			Gd .12 (3)	89.93	2			
94.20	2			Y .23 (1)	90.84	1			
96.75	5				91.19	1			
4400.97	1			Gd .93 (1)	93.25	7	.26	1	
01.72	3				4501.47	1			Dy .44 (1)
03.30	5			Gd .30 (4)	03.75	1			Dy .79 (1)
05.58	5				04.72	1			
09.68	4 br			Dy .55 (5)	09.20	5			
16.43	5				11.68	5			
20.38	2				13.12	3			
23.28	5	.27	1		14.47	3			
24.64	1				16.07	1			
27.85	2				19.92	1 dp			
28.50	1				24.52	1			
30.27	1 br				25.14	1			
30.88	1			Gd .82 (5)	26.08	1			
32.88	3				29.03	1			
34.63	5				29.91	2			
35.17	2			? Ca	30.75	1			
35.73	3				31.98	1			
36.27	5	.24	1		34.33	2			
39.12	4				37.10	4			Gd .11 (1)
39.53	2				37.38	3			
41.42	1			Dy .35 (1)	40.74	1			
41.67	1				46.63	1			
48.20	3				47.64	1			
51.79	2				48.52	1			
52.96	2 br				49.26	3			
53.31	1				49.90	3			
55.07	1			? Ca	50.61	3			
58.65	1				51.10	1	.06	1	Gd .15 (1)
59.57	3				56.05	3	.63	1	Dy .66 (2)
61.43	1				57.07	1			
62.38	1 br				57.45	1			
65.88	1				62.41	4			
67.87	2				63.87	6			
69.29	1				65.04	1			
69.56	1				73.34	2			
69.90	1 br				78.88	6	.88	1	
71.34	1	.31	1		80.55	2			
71.89	2				85.01	2			
73.00	1				91.73	2			
73.46	1			Gd .45 (1)					

Das Studium des Verhaltens der einzelnen Linien ergab mir noch folgende allgemeinen Resultate:

1. Anzeichen für eine Zerlegbarkeit des Gadoliniums sind nicht vorhanden.

2. Zwischen dem Gadolinium und Terbium scheint nach den Urbainschen Präparaten kein weiteres Element vorhanden zu sein.

3. Das von Urbain hergestellte Terbium scheint ein einheitlicher, durch ein charakteristisches Spektrum wohl definierter Körper, ein Element zu sein, da keine Anzeichen einer Zerlegbarkeit gefunden werden konnten.

4. Die von Dr. Urbain hergestellten Präparate (besonders $Z\varepsilon_3$ und $Z\varepsilon$) sind soweit rein, daß eine mit ihnen durchgeführte Atomgewichtsbestimmung einen recht nahe richtigen Wert für diese Konstante geben muß.

5. Diejenigen Linien, welche sowohl nach der Seite des Gadoliniums als auch nach der des Dysprosiums am weitesten zu verfolgen sind: 3523.82, 3676.52, 3703.01, 3704.05, 4005.02, 4278.71 können dazu dienen, Terbium in Mineralien und Rohmaterialien nachzuweisen. In der Tat konnte ich mit Hilfe derselben in Samarskitoxyden, in cer- und thorfreien Monazitoxyden, in Gadolinityttererden Terbium auffinden.

6. Terbiumlinien sind im Sonnenspektrum nicht oder wenigstens nicht mit merklicher Intensität vorhanden.

Durch die definitive Lösung der Terbiumfrage ist ein bedeutungsvoller Schritt in der Erforschung der Yttererden gemacht worden, und nun erst wird es möglich sein, die Bearbeitung der weiteren Erden dieser Gruppe, Dysprosium und Neoholmium, erfolgreich in Angriff zu nehmen. Ich hoffe in nicht ferner Zeit, wiederum nach Präparaten von Dr. Urbain, auch für das erstere dieser Elemente vollständige Wellenlängentabellen geben zu können.

Ausgegeben am 19. April

1906.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. Dressel las über die Echtheit der bei Abukir gefundenen Goldmedaillons mit Alexanderdarstellungen (vergl. Sitzungsberichte 1904 S. 751). (Abh.)

Die Medaillons sind antik nach ihrer Technik und nach ihrem Inhalte, wegen der tadellosen Form ihrer Schrift, wegen der echten Alexanderbildung, wegen der zum Theil ganz neuen Alexanderbildnisse und wegen der Auffassung des Sternbildes der Zwillinge als Herakles und Theseus; den sichersten Beweis für ihre Echtheit liefert ein römischer Contorniat im Berliner Münzcabinet, der die antike Copie eines zu der Medaillonserie von Abukir gehörenden Goldmedaillons ist.

Ausgegeben am 19. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE

1906.

XX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Schwarz trug vor über die Stelle Pappus VII 16.

Der Ausdruck παρύπτιος im Gegensatze zu ὕπτιος »eben« bedeutet »nichteben«. Zu den Worten ὑπτίου ἢ παρυπτίου ist σχήματος hinzuzudenken: ὕπτιον σχῆμα bedeutet eine geometrische Figur von der Eigenschaft, dass alle Punkte und alle Geraden, welche die Figur bilden, derselben Ebene angehören, παρύπτιον σχῆμα eine geometrische Figur, bei der dies nicht der Fall ist. Die Übersetzer des Pappus sind bisher, soweit es dem Vortragenden bekannt geworden ist, einer anderen, von Robert Simson herrührenden Erklärung der besprochenen Stelle gefolgt: diese Erklärung kann aber nicht als eine völlig befriedigende bezeichnet werden.

2. Hr. Dressel theilte mit, dass die Sammlung griechischer Münzen des Hrn. Arthur Löbbecke in Braunschweig nunmehr in den Besitz des Königlichen Münzcabinets übergegangen ist. Auf dem Gebiete der griechischen Münzen ist damit das Berliner Cabinet an die Spitze aller Münzsammlungen getreten.

3. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Ed. Meyer. Die Israeliten und ihre Nachbarstämme. Halle a. S. 1906. Ibn Qutaiba's 'Ujûn al aḫbâr. Hrsg. von Carl Brockelmann. Tl. 3. Strassburg 1906 und W. Crönert. Kolotes und Menedemos. Texte und Untersuchungen zur Philosophen- und Literaturgeschichte. Leipzig 1906, letztere beiden mit Unterstützung der Akademie gedruckt oder bearbeitet.

4. Die Akademie hat durch die philosophisch-historische Classe Hrn. Diels zum Abschluss des Unternehmens der Ausgabe des Codex Theodosianus 218 Mark 79 Pf. bewilligt.

Ausgegeben am 3. Mai.

1906.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Burdach las über den Eingang des Parzival. (Ersch. später.)

Nach einer Analyse des Gedankengangs, welche die Zusammensetzung der Vorrede aus verschiedenen, nicht gleichzeitig entstandenen Theilen erweist, werden die Beziehungen auf Gottfried's Angriff im Tristan, die einen polemisch replicirenden Charakter tragen, dargelegt.

2. Hr. Roethe legte vor: Deutsche Texte des Mittelalters, herausgegeben von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd. VII: Heinrich's von Neustadt 'Apollonius von Tyrland', 'Gottes Zukunft' und 'Visio Philiberti', herausgegeben von S. Singer. Berlin 1906.

3. Hr. Harnack überreichte das Werk des Bibliothekars an der Kgl. Bibliothek, Dr. Ernst Voullième: Die Incunabeln der Königlichen Bibliothek und der anderen Berliner Sammlungen. Leipzig 1906.

Ausgegeben am 3. Mai.

SITZUNGSBERICHTE

1906.

XXII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*Hr. Planck las über seine Untersuchungen zur Theorie der Wärmestrahlung.

Hr. Planck wird die Ergebnisse dieser Untersuchungen demnächst in zusammenfassender Form veröffentlichen. Besonders hervorzuheben sind darunter die Ableitung des Gesetzes der Energievertheilung im Normalspectrum und die Bestimmung der Strahlungstemperatur im absoluten Maasse, woraus sich u. a. eine Methode zu einer exacten Berechnung der Masse der chemischen Atome ergibt.

Untersuchung über die Bildung der ozeanischen Salzablagerungen.

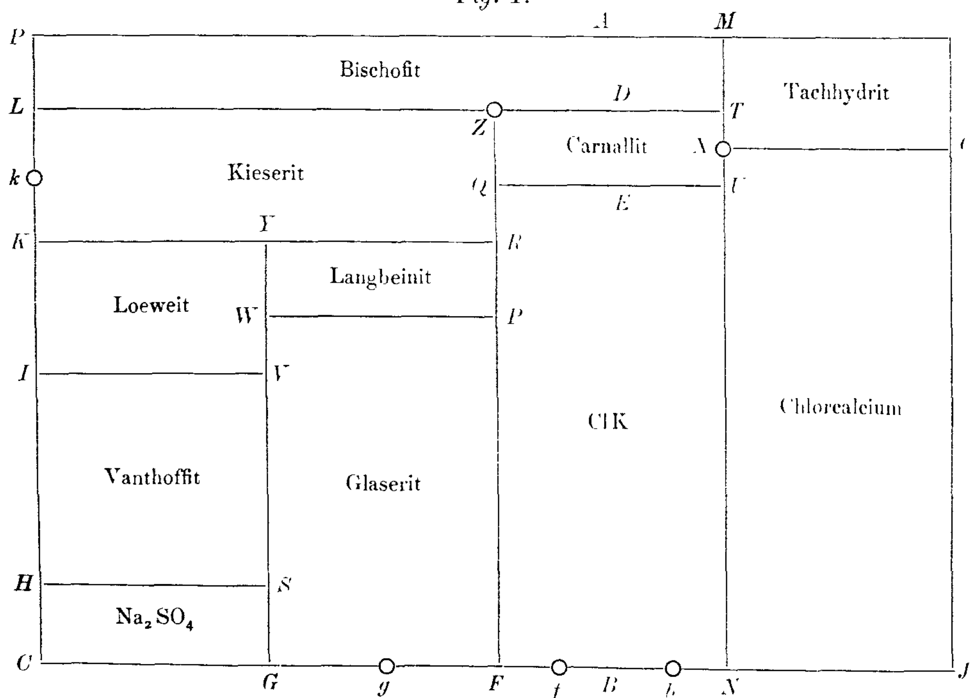
XLVII. Polyhalit und Krugit bei 83°.

Von J. H. van't Hoff und J. d'Ans.

(Vorgetragen am 5. April 1906 [s. oben S. 369].)

Zum Abschluß der Untersuchung von den natürlichen Calciumvorkommnissen bleibt noch die Mitberücksichtigung der Tripelsulfate (Polyhalit und Krugit, $Ca_2K_2Mg(SO_4)_4 2H_2O$ und $Ca_4K_2Mg(SO_4)_6 2H_2O$) bei 83° übrig. Es sei diesen Bestimmungen das Schema zugrunde gelegt, das die Resultate der Untersuchung bei 83° ohne Berücksichtigung dieser Tripelsulfate enthält:[1]

Fig. 1.



[1] Diese Sitzungsberichte 1906, 218.

Dieses Schema weist durch die Grenzpunkte am Rande *b*, *f*, *g* und *k* aus, wo sich Pentasalz $Ca_5K_2(SO_4)_6H_2O$, Syngenit $CaK_2(SO_4)_2H_2O$, Glauberit $CaNa_2(SO_4)_2$ und Anhydrit $CaSO_4$ treffen. Für die sechzehn Randpunkte ist damit festgestellt, welche Calciumverbindung die dort beständige ist, und zwar Pentasalz von *b* bis *f*, Syngenit von *f* bis *g*, Glauberit von *g* bis *k*, Anhydrit von *k* bis *b*.

Es blieb nunmehr übrig, zu ermitteln, welche die stabile Calciumform in jedem der Punkte innerhalb der Umrandung ist, und anzugeben, wo dieselben sich begrenzen.

Die erstere Frage läßt sich beantworten, indem die in obigem Schema durch Punkte angegebenen konstanten Lösungen mit irgendeiner Calciumform in Berührung gebracht werden, und bei 83° verfolgt wird, in welche sie sich verwandeln. Als Calciumform ist meistens das aus Alabastergips erhaltene Calciumsulfat benutzt, weil dasselbe sich leicht verwandelt. Verzichtet ist dabei auf den Unterschied zwischen Polyhalit und Krugit, weil derselbe sich qualitativ nicht so leicht zeigt und doch bei Bekanntsein des Polyhalitfeldes das Krugitgebiet als schmaler Streifen zwischen ersterem und Anhydrit gegeben ist.

Das Resultat dieser Voruntersuchung war folgendes:

1. Anhydrit ist stabil in *D*, *E*, *T*, *U*, *X* und *Z*.

2. In *S* und *Q* war in der betreffenden Weise keine Entscheidung zu erzielen. In *S* blieben Glauberit und Polyhalit, in *Q* Anhydrit und Krugit ungeändert.

3. In den übrigen Lösungen *V*, *W*, *Y*, *P* und *R* entstand Polyhalit.

Dieses Resultat läßt sich durch die Feldverteilung in nachstehender Figur zum Ausdruck bringen, in welcher aus nachher zu erörternden Gründen angenommen ist, daß in *S* Polyhalit, in *Q* Anhydrit die stabilen Calciumformen sind.

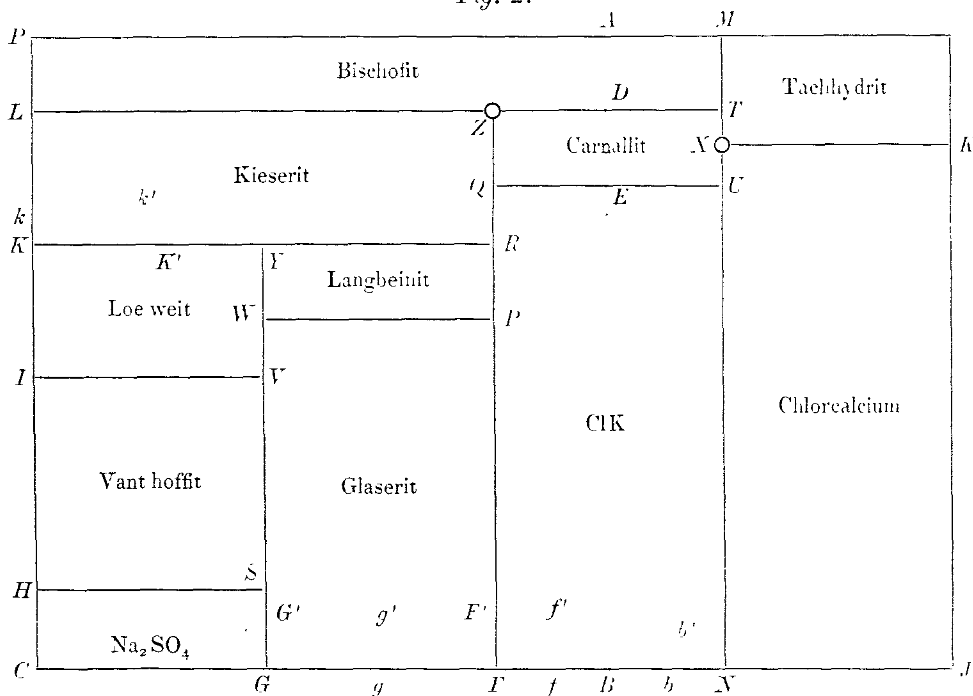
Diese Figur zeigt gleichzeitig, um welche Grenzbestimmungen es sich handelt.

Zunächst sind vier Lösungen vorhanden, in denen drei Calciumsalze zusammentreffen: *b'*, *f'*, *g'* und *k'*; dann ist an sechs Stellen die Lage der Grenze zu ermitteln.

Kaum lohnte es sich, alle diese Bestimmungen direkt zu machen, was immerhin eine langwierige Operation bedeutet, und so sind von den zehn in Betracht kommenden Fällen fünf direkt verfolgt, woraus das Ganze sich auf indirektem Wege mit genügender Sicherheit ergibt.

Das Auffällige im obigen Bilde, beim Vergleich mit demjenigen für 25°, ist die große Ausdehnung des Tripelsulfatgebietes, von Polyhalit und Krugit, besonders nach unten und nach rechts. Unten liegt die Grenze sehr nahe am Rande, was eine wesentliche Vereinfachung bedeutet; rechts überschreitet die Grenze die rote Linie, bringt also

Fig. 2.



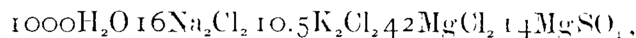
Polyhalit und Krugit in das Gebiet der chlorcalciumhaltigen Lösungen, was mineralogisch wichtig ist.

In den nachfolgenden Detailangaben ist mit den direkten Bestimmungen angefangen, zunächst der wenig wichtigen links oben in Fig. 2; dann kommt die untere Tripelsalzgrenze; daran reihen sich die am meisten interessierenden chlorcalciumhaltigen Lösungen, die, sich fortsetzend bis zur oberen Tripelsalzgrenze, den Abschluß bilden und sich indirekt fassen lassen.

I. Direkte Bestimmungen.

1. Grenzpunkt Glauberit-Polyhalit auf KY in K'.

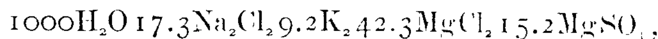
Ausgehend von der Lösung Y:



$$1000 H_2O\ 16 Na_2Cl_2\ 10.5 K_2Cl_2\ 42 MgCl_2\ 14 MgSO_4,$$

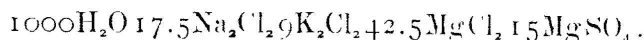
wurde mit Chlornatrium, Loeweit, Kieserit und Glauberit bei 83° gerührt, bis sich nach neun Tagen unter Polyhalitbildung die Chlorkonstanz einstellte. Die Analyse ergab dann:

17.88 Prozent Cl, 5.36 Prozent SO_4, 2.63 Prozent K und 5.14 Prozent Mg, also:



$$1000 H_2O\ 17.3 Na_2Cl_2\ 9.2 K_2\ 42.3 MgCl_2\ 15.2 MgSO_4,$$

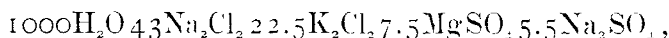
auf halbe Moleküle abgerundet:



$$1000 H_2O\ 17.5 Na_2Cl_2\ 9 K_2Cl_2\ 42.5 MgCl_2\ 15 MgSO_4.$$

2. Grenzpunkt Glauberit-Polyhalit in G' bei S.

Ganz wie bei 25° liegt bei 83° die Glauberitgrenze so dicht an S, daß die Analyse kaum eine Differenz zu konstatieren erlaubt. Ausgehend von der Lösung S:

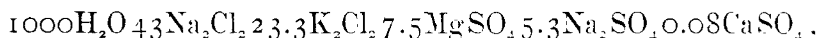


$$1000H_2O\,43Na_2Cl_2\,22.5K_2Cl_2\,7.5MgSO_4\,5.5Na_2SO_4,$$

wurde mit Glauberit, Polyhalit, Chlornatrium und Glaserit gerührt, immer bei 83°. Als dann der Magnesiumgehalt sank und die Zusammensetzung der Lösung sich also derjenigen in G näherte, wurde noch Natriumsulfat zugesetzt und bis zur Konstanz im Magnesiumgehalt (vierzehn Tage) gerührt. Die Analyse ergab dann:

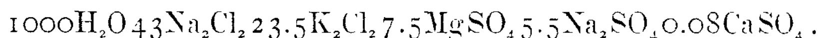
16.66 Prozent Cl, 4.41 Prozent SO_4, 6.47 Prozent K, 0.65 Prozent Mg und 0.01 Prozent Ca,

also:



$$1000H_2O\,43Na_2Cl_2\,23.3K_2Cl_2\,7.5MgSO_4\,5.3Na_2SO_4\,0.08CaSO_4.$$

auf halbe Moleküle abgerundet:



$$1000H_2O\,43Na_2Cl_2\,23.5K_2Cl_2\,7.5MgSO_4\,5.5Na_2SO_4\,0.08CaSO_4.$$

3. Zusammentreffen von Glauberit, Polyhalit und Syngenit in g' im Glaseritfelde.

Auf Grund von anderweitigen Bestimmungen wurde hier von einer Lösung

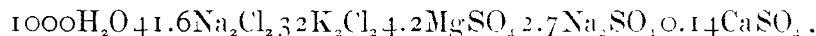


$$1000H_2O\,40Na_2Cl_2\,30K_2Cl_2\,4MgSO_4\,6Na_2SO_4$$

ausgegangen und mit den im Titel erwähnten Körpern sowie Chlornatrium gerührt bis zur Chlorkonstanz, was neun Tage forderte. Die Analyse ergab dann:

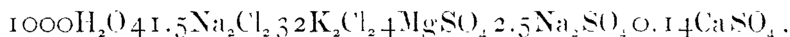
18.26 Prozent Cl, 2.38 Prozent SO_4, 8.76 Prozent K, 0.36 Prozent Mg und 0.02 Prozent Ca,

also:



$$1000H_2O\,41.6Na_2Cl_2\,32K_2Cl_2\,4.2MgSO_4\,2.7Na_2SO_4\,0.14CaSO_4.$$

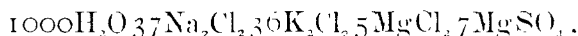
auf halbe Moleküle abgerundet:



$$1000H_2O\,41.5Na_2Cl_2\,32K_2Cl_2\,4MgSO_4\,2.5Na_2SO_4\,0.14CaSO_4.$$

4. Grenzpunkt Syngenit-Polyhalit auf FP in F.

Ein fünfzehntägiger Rührversuch, ausgehend von einer Lösung

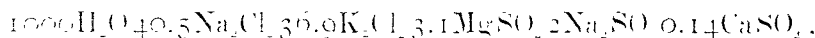


$$1000H_2O\,37Na_2Cl_2\,36K_2Cl_2\,5MgCl_2\,7MgSO_4,$$

halbwegs zwischen P und F, mit Syngenit, Polyhalit, Chlornatrium, Chlorkalium und Glaserit als Bodenkörper, Chlorkonstanz als Merkmal, ergab:

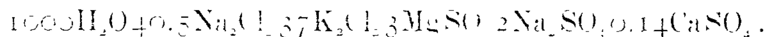
18.95 Prozent Cl, 1.70 Prozent SO_4, 9.90 Prozent K, 0.26 Prozent Mg und 0.02 Prozent Ca.

also:



$$1000H_2O\ 40.5Na_2Cl_2\ 36.9K_2Cl_2\ 3.1MgSO_4\ 2Na_2SO_4\ 0.14CaSO_4.$$

auf halbe Moleküle abgerundet:



$$1000H_2O\ 40.5Na_2Cl_2\ 37K_2Cl_2\ 3MgSO_4\ 2Na_2SO_4\ 0.14CaSO_4.$$

5. Zusammentreffen von Syngenit, Polyhalit und Pentasalz in f' im Chlorkaliumfelde.

Auf Grund von anderweitigen Bestimmungen wurde hier von einer Lösung:

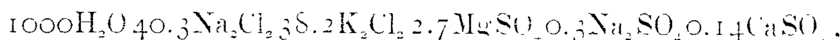


$$1000H_2O\ 40Na_2Cl_2\ 30K_2Cl_2\ 3MgSO_4\ 2Na_2SO_4$$

ausgegangen. Ein vierzehntägiger Rührversuch mit den im Titel erwähnten Salzen und Chlornatrium als Bodenkörpern, Chlorkonstanz als Merkmal, ergab:

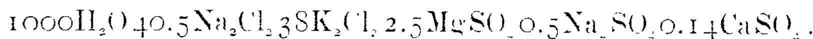
19.31 Prozent Cl, 1.06 Prozent SO_4, 10.37 Prozent K, 0.23 Prozent Mg und 0.02 Prozent Ca,

also:



$$1000H_2O\ 40.3Na_2Cl_2\ 38.2K_2Cl_2\ 2.7MgSO_4\ 0.3Na_2SO_4\ 0.14CaSO_4.$$

auf halbe Moleküle abgerundet:

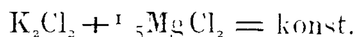


$$1000H_2O\ 40.5Na_2Cl_2\ 38K_2Cl_2\ 2.5MgSO_4\ 0.5Na_2SO_4\ 0.14CaSO_4.$$

II. Indirekte Bestimmungen.

1. Anwendung der Wilsonschen Regel.

Vor mehreren Jahren[1] wurde von Wilson eine einfache Regel aufgestellt für die Zusammensetzung der Lösungen, welche bei 25° an Chlornatrium und Chlorkalium gesättigt sind. Dieselbe sagt aus, daß ein Molekül $MgCl_2$ ein fünftel Molekül K_2Cl_2 verdrängt, also:



$$K_2Cl_2 + \frac{1}{5}MgCl_2 = \text{konst.}$$

Diese etwa 19 (damals 18 bis 20) betragende Konstante zeigte sich in den 11 damals untersuchten Lösungen. Seitdem hat sich die Anzahl dieser Lösungen vermehrt, und die Regel stimmt noch etwas besser, ist auch rationeller, falls Na_2SO_4 als negatives $MgCl_2$ in Rechnung gezogen wird. Es seien von diesen Lösungen nur die für die Hauptuntersuchung maßgebenden mit Rücksicht auf diese so formulierte Beziehung zusammengestellt:

[1] Diese Sitzungsberichte 1899, 954.

Sättigung an ClNa, ClK und:	K_2Cl_2	$MgCl_2$	$K_2Cl_2 + {}^1/_5 MgCl_2$
Ohne weiteres	19.5	—	19.5
Carnallit	5.5	70.5	19.6
Glaserit	20.0	−4.5	19.1
Glaserit und Schönit[1]	15.0	20.0	19.0
Schönit und Leonit	14.5	25.5	19.6
Leonit und Kainit	9.5	47.0	18.9
Kainit und Carnallit	6.0	68.0	19.6

Diese Zahlen schwanken also nur zwischen 18.9 und 19.6.

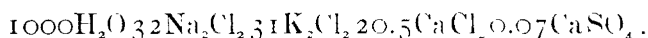
Eine ähnliche Beziehung zeigt sich bei den für 83° an Chlorkalium und Chlornatrium gesättigten Lösungen und sei hier angeführt, weil sie für die Zusammensetzung der chlorcalciumhaltigen Lösungen maßgebend ist; als Divisor ist jetzt 3.4 statt 5 zu nehmen:

Sättigung an NaCl. KCl und:	K_2Cl_2	$MgCl_2$	$K_2Cl_2 + {}^1/_{3.4} MgCl_2$	Autor
Ohne weiteres	37.0	—	37.0	SACHS
Carnallit	10.0	92.0	37.1	SACHS
Glaserit	39.0	−4.5	37.7	SACHS
Glaserit und Langbeinit	33.5	13.0	37.3	BIACH
Carnallit und Kieserit	12.0	86.5	37.4	BIACH
Langbeinit und Kieserit	15.0	76.0	37.5	BIACH
Glaserit, Syngenit und Polyhalit	37.0	−2.0	36.4	D'ANS
Syngenit und Pentasalz	38.5	−2.0	37.9	D'ANS
Syngenit, Pentasalz und Polyhalit	38.0	−0.5	37.8	D'ANS

Diese Beziehung bietet einerseits eine gegenseitige Bestätigung der zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Autoren gemachten Bestimmungen, gibt aber auch einen wertvollen Einblick in die Zusammensetzung der chlorcalciumhaltigen Lösungen, wie sich nunmehr zeigen wird.

2. Zusammensetzung der chlorcalciumhaltigen Lösungen.

Die früher gemachte, ungemein zeitraubende Bestimmung[2], welche für die Chlorcalciumbildung in den Salzlagern grundlegend war und sich auf die Ermittelung der Lösung bezog, welche bei Sättigung an Chlornatrium und Chlorkalium bei 83° mit Pentasalz und Anhydrit in Gleichgewicht ist:



$$1000 H_2O \; 32 Na_2Cl_2 \; 31 K_2Cl_2 \; 20.5 CaCl_2 \; 0.07 CaSO_4 .$$

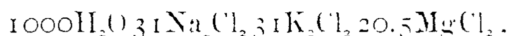
[1] Diese Sitzungsberichte 1898, 819 und 1903, 369.

[2] Ebenda 1906, 221.

fügt sich ebenfalls der Wilsonschen Regel. Nur hat man das Chlorcalcium statt Chlormagnesium in Rechnung zu ziehen und bekommt dann die frühere Konstante:

$$31 + \frac{20.5}{3.4} = 37.$$

Da nun aber auch der Chlornatriumgehalt mit demjenigen der entsprechenden Chlormagnesiumlösung stimmt, wie Interpolation zwischen *B* und *E* ergibt:

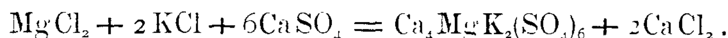


$$1000 H_2O\ 31 Na_2Cl_2\ 31 K_2Cl_2\ 20.5 MgCl_2,$$

sind sämtliche hier in Betracht kommenden Chlorcalciumlösungen, welche gleichzeitig an Chlorkalium und Chlornatrium gesättigt sind, der Zusammensetzung nach bekannt. Es sind die durch Interpolation zwischen *B* und *E* erhaltbaren, unter Ersatz von Chlormagnesium durch Chlorcalcium in molekularem Verhältnis.

3. Zusammentreffen von Polyhalit (Krugit), Pentasalz und Anhydrit im Chlorkaliumfelde. Tensimetrische Grenzbestimmung.

Eine für die natürliche Chlorcalcium- und Tachhydritbildung wichtige Frage blieb noch durch eine letzte Grenzbestimmung zu beantworten übrig, und zwar ob auch Polyhalit und Krugit in das Chlorcalciumgebiet rechts der roten Linie in Fig. 2 hinübergreifen und wieweit. Damit hängt die Möglichkeit zusammen, daß aus Carnallit entstandene magnesium- und kaliumchloridhaltige Laugen unter Polyhalit- und Krugitbildung zu Chlorcalcium und Tachhydrit führen, nach der Gleichung (ohne Berücksichtigung des Wassers):



$$MgCl_2 + 2 KCl + 6 CaSO_4 = Ca_4MgK_2(SO_4)_6 + 2 CaCl_2.$$

Die für diese Verhältnisse maßgebende Lösung ist diejenige, in der sich Krugit, Pentasalz und Anhydrit im Chlorkaliumfelde treffen. Sie muß unweit *b* liegen, da die untere Abgrenzung des Tripelsalzgebiets von links nach rechts in der Fig. 2 sich immer mehr dem unteren Rand *CJ* nähert und in *G'* noch 7,5, in *g'* noch 4, in *F'* nur 3 und in *f'* nur 2.5 Mg auf $1000 H_2O$ enthalten sind.

Zur Prüfung dieser Vermutung ist eine neue Methode der Grenzbestimmung angewandt, die eine unerwartet schnelle Feststellung erlaubte und vermutlich bei der letzten schwierigen Boratbearbeitung mit Erfolg anzuwenden ist. Die Tensionsbestimmung erlaubt nämlich zu kontrollieren, ob zwei Lösungen einander nahe liegen, wie hier vermutet wird, und auch deren ungefähre Zusammensetzung zu verfolgen.

Die Lösungen *b* und *E* wurden als Vergleichslösungen benutzt und verfolgt, wo sich die Tension der gesuchten Lösung *b'* zwischen beiden

einschiebt. Die Tension in E war nach Früherem 186 mm[1]: in b zeigte sich dieselbe in zwei Differentialtensimetern 1.9 und 2.1 mm tiefer als in B (mit 273 mm[1]), also 271 mm.

Nunmehr wurde im Tensimeter einerseits die konstante Lösung B in bekannter Weise mit Bodenkörpern in Überschuß gebracht, andererseits eine halbwegs zwischen E und b liegende Lösung (0.5 ccm) mit 3 g Pentasalz, je 1 g Chlorkalium und Chlornatrium, etwas Anhydrit und Krugit, fein verrieben und gemischt. Die allmähliche Krugitbildung unter Festlegung des Chlormagnesiums nach Gleichung (unter Fortlassung des Wassers):



$$2Ca_5K_2(SO_4)_6 + MgCl_2 = Ca_4MgK_2(SO_4)_6 + 6CaSO_4 + 2KCl$$

zeigte sich in einer Tensionszunahme seitens dieser Lösung, deren Minderbetrag von 43 auf 29 sank. Ein weiterer Versuch mit dieser so entstandenen Lösung führte zu 18 und von dieser ausgehend zu 6 mm.

Als so die vermutete Lage der gesuchten Lösung nahe bei b bestätigt war, wurde im entscheidenden Versuch von b ausgegangen und 0.5 g davon überschüttet mit 2.5 g Krugit, 1.5 g Anhydrit und etwas Chlornatrium, Chlorkalium und Pentasalz. Gegen B stellte sich nun ein Minderdruck von 4 mm ein im Mittel von 6 Versuchen, und b' hätte eine Tension, die nur 2 mm von derjenigen in b differiert. Deren Zusammensetzung ließe sich also durch Interpolation ermitteln.

Bemerkt sei noch, daß hiermit eine Reihe von Lösungen angedeutet ist, aus der sich der schwer darstellbare Krugit erhalten ließe.

Die schon anfangs erwähnte nahe Lage von der obigen Krugitgrenze und Q wurde ebenfalls durch Tensionsversuche festgestellt. Sowohl von Z wie von R ausgehend, stellte sich die Tension so dicht bei derjenigen in Q ein, daß wohl unweit 83° die betreffende Grenze gerade an Q vorüberschreitet. Einfachheitshalber ist in Fig. 2 noch angenommen, daß die Grenze unterhalb liegt, wie bei 25°.

[1] Diese Sitzungsberichte 1904, 520.

Bericht über Untersuchungen an den sogenannten „Gneissen" und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen.

Von Prof. Dr. G. Klemm
in Darmstadt.

(Vorgelegt von Hrn. Klein am 5. April 1906 [s. oben S. 369].)

III.

Bei der Abfassung des zweiten Theiles seiner Berichte[1] über die mit Unterstützung durch die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin und das Grossherzoglich Hessische Ministerium des Innern unternommenen geologischen Untersuchungen in den Tessiner Alpen hatte dem Verfasser der Text des von A. Baltzer auf dem internationalen Geologencongress zu Wien gehaltenen Vortrages über die »granitischen lakkolithenartigen Intrusionsmassen des Aarmassivs«[2] noch nicht vorgelegen.

In diesem Vortrage findet sich (S. 794) die Ansicht ausgesprochen, dass nicht nur im Aarmassiv, sondern auch im Gotthardmassiv granitische Intrusionsmassen auftreten und »es erscheint nicht unmöglich, dass der Gotthardlakkolith nur eine Dependenz des Aarmassivs ist, d. h. diese beiden Granite unterirdisch zusammenhängen«. Weiter sagt Baltzer (a. a. O. S. 795): »Der Protogyngranit ist für mich ein wenig veränderter intrusiver Granit: der charakteristische Wechsel desselben mit sogenanntem Gneissgranit und Augengneiss beruht, wie ich schon früher aussprach, wesentlich auf primären Verschiedenheiten, Pressungen im noch nicht verfestigten Magma, Schlierenbildung, Quetschungen ...... meine diesbezüglichen Ansichten bewegen sich in der Richtung derer von Brögger über Protoklase und Weinschenk über Piezokrystallisation. Die Umwandlung am Festen (Dynamometamor-

[1] Diese Berichte 1905. S. 442—455.
[2] Comptes Rendus. IX. Congrès géol. internat. de Vienne 1903. S. 787—798.

phose) bewirkte dann noch Kataklase gewisser Gemengtheile wie Biotit und andere Structurveränderungen. Mit der Feststellung der Intrusion fällt auch die Vorstellung von der Schichtung des Granites, jedoch bleibt die Möglichkeit, dass diese Intrusivmassen als Ganzes nach Art der Decken und Ströme gefaltet werden.«

Mit den in diesen Sätzen entwickelten Anschauungen Baltzer's stimmen in vieler Hinsicht die Ansichten des Verfassers dieser Berichte überein, der in den beiden schon veröffentlichten Theilen[1] derselben die Structur der Tessiner Granite und derjenigen der Gotthardgruppe als protoklastisch gedeutet und einen Zusammenhang zwischen beiden angenommen hatte. Dagegen kann der Verfasser keineswegs an eine nachträgliche Faltung der erstarrten Granitmassen glauben, da er nirgendswo in den betreffenden Gebieten Gesteinsstructuren finden konnte, wie sie solchen Massen eigen sind, die im starren Zustande gefaltet worden sind. Wenn man am Vierwaldstätter See an der Axenstrasse die stark gefalteten cretacëischen und eocänen Kalke betrachtet, sieht man innerhalb derselben an zahlreichen Stellen bedeutende Verwerfungen und bis in's Kleinste gehende Zertrümmerungen der Schichten, die beweisen, dass selbst so plastische Gesteine wie diese Kalke stets die deutlichsten Zeichen auf sie ausgeübten Gebirgsdruckes erkennen lassen. In wieviel höherem Maasse dies so spröde Gesteine wie Granite thun, zeigt sich da, wo sie an nachweisbaren tektonischen Linien gelegen sind, wie z. B. bei Erstfeld oder bei Innertkirchen. Zugleich lassen auch die genannten drei Profile in klarster Weise erkennen, dass durch Dynamometamorphose nur Zerstörungen ursprünglich krystalliner Structuren erzeugt werden, niemals aber solche Structurformen entstehen, die eine Ähnlichkeit mit denen »krystalliner Schiefer« besitzen.

Die eruptive Natur eines grossen Theiles der »Gotthardgneisse« wird auch in der Dissertation von P. Waindziok, »Petrographische Untersuchungen an Gneissen des St. Gotthard«[2], anerkannt. Es wird in derselben auch eine Injection der als »Guspis- und Sorescia-Gneisse« bezeichneten metamorphen Sedimente durch die »Granitgneisse« zugegeben. Trotzdem aber wird die Metamorphose dieser Sedimente auf dynamometamorphe, nicht aber — oder doch nur zu einem ganz kleinen Theil — auf contactmetamorphe Beeinflussung zurückgeführt, und es wird auch die Structur der Granite als kataklastisch bezeichnet.

---

[1] Diese Berichte I 1904, S. 46—62; II 1905, S. 442—453.

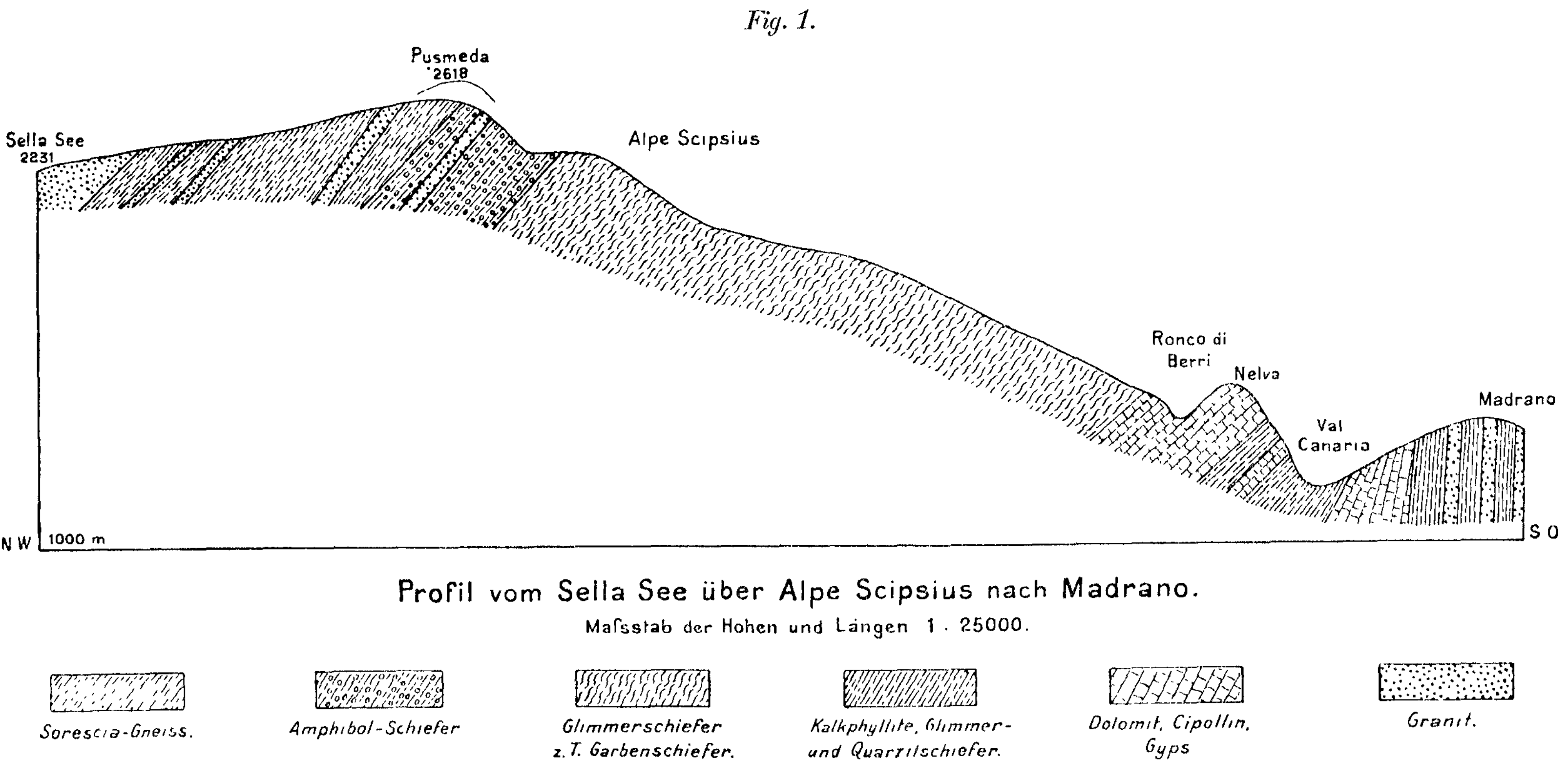
[2] Inaugural-Dissertation der Universität Zürich. 1906. Durch die Freundlichkeit des Hrn. Waindziok, der dem Verfasser die Correcturbogen seiner Arbeit zur Verfügung stellte, war es möglich, hier auf dieselbe einzugehen.

Die Gründe, aus denen der Verfasser vorliegenden Berichtes sich den dynamometamorphen Anschauungen nicht anzuschliessen vermag, die Waindziok im Sinne Grubenmann's in seiner sorgfältigen und eingehenden Arbeit entwickelt hat, ergeben sich schon aus den im zweiten Theile dieser Berichte gegebenen Darlegungen, und sie sollen später bei der zusammenfassenden petrographischen Bearbeitung der Gesteine der Tessiner Alpen ausführlicher besprochen werden.

Der Zusammenhang zwischen dem Gotthardgranit und dem der Tessiner Alpen scheint vielleicht auf den ersten Blick bei einer Überschreitung des Gotthards auf der Passstrasse nicht unmittelbar einleuchtend, da auf diesem Wege beide durch eine mächtige Schieferzone getrennt sind. Das nachstehende Profil, das vom Sellasee (in der Luftlinie etwa 2,5 km NO. vom Gotthardhospiz gelegen) über die Alpe Scipsius nach Madrano (etwa 1,5 km O. von Airolo) verläuft, giebt einen Begriff von der Mächtigkeit der Schiefermasse an jener Stelle. Das Profil schneidet die in den früheren Berichten des Verfassers mehrfach erwähnte Schlucht »Ronco di Berri« in ihrem unteren Theil und es verläuft fast genau senkrecht zum Streichen der Schichten, das ungefähr N. 30° O. beträgt bei einem NW.-Einfallen von etwa 40°—50°. Es setzt an im Gotthardgranit, dessen Liegendes die im Ausstrich etwa 1000 m mächtigen »Sorescia-Gneisse« bilden, die, ebenso wie die sie unterlagernden Amphibolite, die im Val Tremola an der Gotthardstrasse so gut aufgeschlossen sind, starke granitische Injectionen enthalten. Die Mächtigkeit dieser Amphibolschiefer beträgt über 300 m. Nun folgt eine überaus wechselvolle Zone von meist granatreichen Glimmerschiefern, die oft durch bis 10 cm lange Hornblendebüschel garbenschieferartig ausgebildet erscheinen. Das Ausgehende dieser Glimmerschieferzone, in der auch Amphibolitschiefer häufig vorkommen, misst etwas über 2000 m. Ihr Liegendes wird gebildet durch einen Complex von drei, oft nur durch schwache Zwischenmittel von phyllitischen Schiefern getrennten Horizonten von Dolomit, Calcitglimmerschiefer und Gyps, deren Mächtigkeit gegen 500 m beträgt. Das Einfallen der Schichten wird in den unteren Theilen des Profils immer steiler, und die bei Madrano auf dem Südgehänge des Val Canaria anstehenden Schichten haben fast saigere Stellung. Es sind dies dieselben von Granit reichlich injicirten Glimmerschiefer und Quarzitschiefer, welche in der Stalvedroschlucht bei Airolo vorzügliche Aufschlüsse darbieten. Im Gegensatz zu diesen liegendsten und zu den hangendsten Theilen des Schichtenprofils lassen sich in dessen mächtiger Mittelzone granitische Intrusionen nirgends nachweisen.

Verfolgt man diese sedimentäre Zone im Val Canaria nach NO., so sieht man, wie sich ihr Streichen allmählich nach NW. wendet;

Fig. 1.


Sella See
2231
Pusmeda
2618
Alpe Scipsius
Ronco di
Berri
Nelva
Val
Canaria
Madrano
N W
1000 m
S O
Profil vom Sella See über Alpe Scipsius nach Madrano.
Maſsstab der Hohen und Längen 1 . 25000.
Sorescia-Gneiss.
Amphibol-Schiefer
Glimmerschiefer
z. T. Garbenschiefer.
Kalkphyllite, Glimmer-
und Quarzitschiefer.
Dolomit, Cipollin,
Gyps
Granit.

bei der Alpe Froda und am Pian Bornengo wurde dasselbe zu N. 65° W. gemessen; das Einfallen ist auch hier mit durchschnittlich 40°—50° nach N. gerichtet. In einem Profil vom Pian Bornengo über die Cima di Camoghè und den Fongio bei Piora nach dem Tessinthal etwas oberhalb von Piotta gemessen, beträgt hier die Mächtigkeit der metamorphen Sedimente etwas über 5000^{m}, also noch mehr als in dem erstbeschriebenen. Sie nimmt aber weiter nach O. zu rasch ab, so dass sie am Passo del Uomo im Val Termine nur noch etwa 2000^{m} erreicht. Im weiteren südöstlichen Verlauf ihres Streichens löst sich dann die Schieferzone in einzelne durch Granit getrennte Streifen auf, wie dies auch von Fritsch's Karte erkennen lässt, so z. B. in der Gegend des von Faido in's Brennothal führenden Predelppasses. Hier ist es also ganz unmöglich, eine Trennung zwischen dem Granit der Tessiner und dem der Monte Sobrio-Masse durchzuführen. Man erhält hier den sicheren Eindruck, dass die Schiefermassen, welche die sogenannte »Bedrettomulde« bilden, nichts sind als eine gewaltige, bis in unbekannte Tiefe in den Granit eingetauchte Scholle, die nur oberflächlich eine Trennung der Granitmassen des Gotthards von denen der Tessiner Masse und ihrer benachbarten Massen bewirkt.

Die Zusammengehörigkeit und Einheitlichkeit dieser Granite ergiebt sich auch aus ihrer chemischen Zusammensetzung. Dieselbe möge veranschaulicht werden durch einige ältere und neuere Analysen, auf deren genauere Discussion erst nach Abschluss der petrographischen Detailuntersuchungen eingegangen werden kann.

a. Gotthardgranite.

I. Pizzo Rotondo.
II. Pizzo Lucendro.
III. Alpe Cacciola.
IV. Tremolaschlucht.
V. Sellabrücke.
VI. Perdatsch.
VII. Fibbia-Gneiss, granitische Varietät.
VIII. Fibbia-Gneiss, gneissige Varietät.
IX. Tremola-Granit.
X. Gamsboden-Gneiss.

I—VI analysirt von U. Grubenmann, citirt bei Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie II, S. 10—11, Nr. 99—104; VII—X mitgetheilt von P. Waindziok a. a. O.; VII und VIII Analytiker A. Schmid; IX Analytiker K. Jene; X Analytiker Waindziok.

	I	II	III	IV	V
	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
SiO_2	73.26	73.40	72.81	71.84	71.57
TiO_2	—	—	—	—	—
Al_2O_3	16.61	16.10	16.27	16.71	16.91
Fe_2O_3	0.62	1.47	2.27	1.67	0.47
FeO	1.60	0.63	1.43	2.19	0.78
CaO	1.09	0.97	0.46	0.49	1.22
MgO	0.41	0.44	0.70	0.42	0.46
K_2O	3.80	3.18	3.58	3.82	3.79
Na_2O	4.37	4.19	3.06	4.44	5.56
H_2O unter 110° / H_2O über 110°	0.05	0.10	0.34	0.37	0.29
Summe	101.81	100.48	100.92	101 95	101.05

	VI	VII	VIII	IX	X
	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
SiO_2	71.33	71.57	71.91	73.23	73.62
TiO_2	—	—	—	—	0.33
Al_2O_3	16.03	16.91	16.65	11.46	12.96
Fe_2O_3	0.98	0.47	0.23	2.44	2.25
FeO	2.02	0.78	3.05	1.15	0.75
CaO	2.28	1.22	1.68	0.51	1.81
MgO	0 48	0.46	0.88	0.63	0.45
K_2O	7.90 (K₂O + Na₂O)	3.79	2.73	5.33	3.92
Na_2O		5.56	4.07	4.12	3.24
H_2O unter 110°	0.41 (unter + über 110°)	0.29 (unter + über 110°)	0.39 (unter + über 110°)	0.14	0.08
H_2O über 110°				0.44	0.68
Summe	101.43	101.05	101.59	99.45	100.09

b. Tessiner Granite.

XI. Fast massiger Granit von Claro bei Bellinzona.
XII. Fluidalstreifiger Granit, Dazio Grande bei Rodi.
XIII. Fluidalstreifiger Granit, Polmengobrücke bei Faido.
XIV. Dunkler, fluidaler Granit, Cornone bei Faido.

Die Analysen XI—XIV wurden unter Leitung von Prof. Dr. W. SONNE in der Grossherzoglich chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe durch Dr. BUTZBACH ausgeführt.

	XI	XII	XIII	XIV
	Procent	Procent	Procent	Procent
SiO_2	72.33	73 23	73.42	73.52
TiO_2	0.14	0.25	0.28	0.21
Al_2O_3	16.26	13.75	13.87	14.24
Fe_2O_3	0.29	0.99	0.46	1.12
FeO	0.64	0.83	1.37	0.64
CaO	3.16	1.79	1.49	0.99
MgO	0.35	0.43	0.69	0.37
K_2O	1.30	4.34	3.54	5.34
Na_2O	4.89	2.61	3.06	2.29
P_2O_5	0.32	0.36	0.24	0.28
FeS_2	0.22	0.24	0.60	0.30
CO_2	0.15	0.11	0.55	0.82
H_2O über 110°	0.07	0.82	0.56	0.13
H_2O unter 110°	—	—	—	0.12
Summe	100.12	99.75	100.13	100.37

Unter diesen Graniten zeigt namentlich der von Claro grosse Übereinstimmung mit den Varietäten des Gotthardgranites, die ihren massigen Charakter am reinsten bewahrt haben und am einschlussärmsten sind, also mit den auch auf v. Fritsch's Karte durch Granitfarbe abgegrenzten Gesteinen vom Pizzo Rotondo, Pizzo Lucendro, aus der Tremolaschlucht und mit dem »Fibbia-Gneiss«. Die Übereinstimmung ist bei der Kieselsäure und der Thonerde eine fast vollständige, und auch das Überwiegen des Natrons über das Kali tritt in den massigen Gotthardgraniten deutlich hervor, wenn schon nicht so stark als im Granit von Claro, der etwas ärmer an Eisen, dafür aber wieder etwas reicher an Kalk ist als jene.

Vergleicht man nun die fluidalen Tessiner Granite mit den mehr »gneissartigen« vom Gotthard, speciell mit dem »Gamsbodengneiss«, so fällt in beiden Gruppen der um mehrere Procente niedrigere Thonerdegehalt den massigen Gliedern der Reihe gegenüber auf und die Umkehrung des Verhältnisses der Alkalien.

Die unter XII—XIV analysirten Tessiner Granite sind zweifellose Mischgesteine, deren Zusammensetzung durch mehr oder weniger reichliche Resorption von Schiefermaterial beeinflusst ist, und das Gleiche gilt auch vom »Gamsboden-Gneiss« und für manche der »Tremola-Granitgneisse«. Der Verfasser wird diese Beziehungen zwischen den rein granitischen und den durch Resorption veränderten Magmen des Tessiner Gebietes durch genauere petrographische und chemische Untersuchungen der massigen und der von Resorption betroffenen sedimentären Gesteine noch weiter klarzustellen suchen.

Das Granitgestein, dessen Analyse unter Nr. XIV mitgetheilt ist, stammt aus einem interessanten Profil, das in den Jahren 1904 und 1905 durch den Neubau der Strasse Prato-Cornone geschaffen wurde.

Dieses Profil lieferte einen guten Einblick in den Aufbau derjenigen Schiefergruppe, welche am Monte Piottino zwischen Faido und Rodi das unmittelbare Hangende des stark fluidalen Granites bildet. Diese Schichten zeigen durch ihr constantes Einfallen nach S. bez. SW. ihre Zugehörigkeit zu dem Südflügel des Tessiner Sattels an[1] und werden überlagert von dem untersten Dolomithorizont, der mehrfach zwischen Dalpe, Cornone und Prato aufgeschlossen ist. Sie entsprechen, dieser Auffassung zu Folge, denjenigen Schichten, die im Nordflügel des Sattels am Stalvedro bei Airolo anstehen und lassen in der That auch in petrographischer Hinsicht grosse Ähnlichkeit mit ihnen erkennen. Vor allem zeigt sich dies in dem häufigen Auftreten heller,

[1] Vergl. hierüber die Ausführungen des Verfassers in diesen Berichten (I), 1904. S. 16.

zum Theil glimmerreicher Quarzitschiefer, die, ganz wie im Stalvedro, in Quarzitglimmerschiefer übergehen. Sie wechsellagern mit recht verschiedenartigen, meist dunkelgefärbten Glimmerschiefern. Das Profil weicht aber insofern von dem Stalvedroprofil ab, als in diesem letzteren granitische Intrusionen in den Schiefern häufig auftreten, recht selten dagegen im Strassenprofil Prato-Cornone, wo sie sich eigentlich nur nahe seinem höchsten Punkte finden, in den Schichten, welche das directe Liegende des Dolomites bilden. Das entgegengesetzte Verhalten zeigen — wie a.a.O. I S.12 geschildert wurde — diese Schichten im weiteren, nach SO. gerichteten Verlaufe ihres Streichens in der Piumognaschlucht, in der ihre Injection durch zahllose Granitlagen vorzüglich aufgeschlossen ist. Diese Beobachtungen bestätigen somit die in anderen Gebieten derartiger krystalliner Gesteine gesammelten Erfahrungen, dass nämlich Injectionszonen von granitischen oder anderen Intrusivgesteinen in contactmetamorphen Sedimenten durchaus nicht an allen Stellen der Grenze zwischen beiden Gesteinsarten auftreten, so dass man wohl annehmen darf, dass es nur lokale, gegenwärtig wohl nur in den seltensten Fällen zu ergründende tektonische Ursachen waren, welche das Zustandekommen solcher Mischgesteinszonen veranlassten.

Übrigens fehlen aber in dem Monte Piottino-Profil an der Strasse Prato-Cornone auch, abgesehen von den erwähnten Granitinjectionen, andere Hinweise auf die Nähe der granitischen Massen nicht völlig. Es werden nämlich an zahlreichen Stellen die Sedimente von hellen Quarzadern durchtrümert, die oft auch muscovitreich aber feldspatharm sind. In diesen Trümern ist zum Theil sehr viel Pyrit ausgeschieden, daneben auch andere Sulfide, besonders Zinkblende, ferner nicht selten ein hessonitähnlicher Granat. Auch das Nebengestein ist vielfach stark mit Pyrit imprägnirt. Ähnliche Quarzadern durchsetzen auch die Granite bei Faido u. s. w. in reichem Maasse, und sie wurden vom Verfasser (a. a. O. I S. 56) als quarzreiche Pegmatite angesprochen.

Der Granit von Claro, dessen Analyse auf S. 425 unter XI mitgetheilt wurde, ist ein mittelkörniges Gestein, das an vielen Stellen der grossen Steinbrüche nördlich vom Dorfe auf den ersten Blick rein massiges Gefüge zu haben scheint. Erst bei näherem Zusehen erkennt man, dass auch hier doch noch eine unter wechselndem Winkel nach S. einfallende Parallelstructur ausgebildet ist. Ihr entspricht eine dickbankige Absonderung des Granites, welche die Gewinnung gewaltiger Gesteinsblöcke ermöglicht. Man bemerkt ferner, dass die Gesteinsmasse keineswegs ganz gleichförmig zusammengesetzt ist, sondern aus zahlreichen, innig mit einander verflössten helleren und dunkleren Schlieren besteht, die oft starke Windungen erkennen lassen. Ein-

zelne Ablösungsflächen tragen bis zu mehreren Centimetern dicke Bestege von Biotitblättchen, die wohl ebenso wie die dunkleren Schlieren auf resorbirtes Schiefermaterial zurückzuführen sind. Solche dunkle, sehr biotitreiche, im Dünnschliff typische Hornfelsstructur zeigende Schieferfragmente sind auch nicht allzu selten noch erhalten geblieben. Des weiteren fallen zahlreiche helle aplitische und pegmatische, fest mit dem Granit verwachsene Trümer auf, die seine Parallelstructur unter allen möglichen Winkeln durchsetzen.

Am Berggehänge von Claro aus weiter südostwärts wandernd sieht man sich die Parallelstructur des Gesteins immer steiler aufrichten und zugleich an Deutlichkeit zunehmen. Wenn man dann in die Schlucht gelangt, in der auf einem steilen Bergvorsprunge das Nonnenkloster Sta. Maria liegt, sieht man im Granit zahlreiche Glimmerschieferschollen auftreten, die steil nach S. einfallen und im stärksten Maasse injicirt sind. Trotz der Steilheit der Gehänge findet man an denselben wenig gute Aufschlüsse, weil gewaltige Abhangsschuttmassen Alles bedecken. Erst über den auf dem Südgehänge in etwa 800^{m} Meereshöhe gelegenen Alphütten tritt festes Gestein mehr zusammenhängend zu Tage. Es sind da Granite, die hier denselben unerschöpflichen Reichthum an den verschiedensten Structurformen zeigen, den man in der Tessinschlucht und an den Berggehängen bei Faido bewundern kann. Die Parallelstructur bildet dieselben complicirten Faltungen, Stauchungen und scheinbaren Verwerfungen, wie sie der Verfasser (a. a. O. I., S. 3—6) besprochen und abgebildet hat. Bald ist der Fluidalgranit gleichmässig mittelkörnig, bald ausgesprochen porphyrisch durch bis 10^{cm} lange Quarz-Feldspath-Augen, bald hell und glimmerarm, bald ausserordentlich biotitreich und dunkel, und alle diese zahllosen Abarten gehen ganz allmählich in einander über. Nirgends findet sich auch nur eine Spur von Quetschzonen. Wir haben somit hier an der Südgrenze des Tessiner Granitmassivs genau dieselben Structurformen wie an seiner Nordgrenze zwischen Faido und Airolo.

Kurz vor der Einmündung des Moesathales bei Castione treten die bis dahin durch Granit getrennten Schieferschollen zu geschlossenen, immer aber noch reichlich von Granit injicirten Massen zusammen mit steil nach S. einfallender Schichtung. Es sind vorwiegend dunkle Glimmerschiefer, wechsellagernd mit schieferigen Amphiboliten, Cipollinen und körnigen Kalken, die bei Castione in mehreren Steinbrüchen abgebaut werden. Man findet dort auch echten, reinen Marmor, der aber fortwährend mit Calcitglimmerschiefern und Kalksilicathornfelsen wechsellagert, kurz eine höchst abwechslungsvolle Gesteinsserie, die der Verfasser aber bei den am Ende der vorjährigen Aufnahmeperiode

ausgeführten Orientirungstouren in der Gegend von Bellinzona noch nicht specieller untersuchen konnte.

Nach dieser Stadt zu wird das Profil auf dem linken Tessinufer durch den breiten Thalboden der Moesa unterbrochen, während es auf dem rechten Ufer in ununterbrochener Folge anzustehen scheint.

Die nächste Umgebung von Bellinzona bietet eine Reihe prachtvoller Aufschlüsse in den Schichten, welche die bei Castione anstehenden Schiefergesteine und Kalke überlagern und zu dem »Amphibolitzug von Ivrea« gerechnet werden.

Eigentliche Amphibolite stehen besonders an dem Castello San Michele an, dem untersten der drei Schlösser von Bellinzona. Namentlich der zu dieser Burg führende Fahrweg hat die steil gestellten Hornblendeschieferschichten quer zu ihrem Streichen angeschnitten und lässt in ihnen einen sehr deutlichen Wechsel von helleren und dunkleren, fein- bis mittelkörnigen Schichten erkennen. Mit den dunklen, hornblendereichen Lagen alterniren helle, quarzreiche, häufig durch Epidot lichtgrün gefärbt, so dass kein Zweifel obwalten kann, dass hier sedimentäre, aber durchaus umkrystallisirte Massen vorliegen. Zahllose Granitgänge, theils von normaler, theils von pegmatitischer Structur setzen in ihnen auf, häufig parallel zur Schichtung, häufig aber auch unter allen möglichen Winkeln durch sie hindurch.

Auf dem Wege nach der obersten Burg, dem Castello Grande, trifft man ähnliche Schichten; hier sind aber, besonders in den obersten Theilen des Profils, die granitischen Injectionen noch zahlreicher.

Den besten bis jetzt vom Verfasser untersuchten Aufschluss bei Bellinzona bietet aber ein grosser Steinbruch an der Strasse nach Locarno, unmittelbar jenseits der Tessinbrücke.

Dieser umfangreiche Bruch bietet im grossen dasselbe Bild dar wie Fig. 2 im kleinen.

Dunkle, steil gestellte Schiefergesteine werden von zahllosen Granitgängen durchschwärmt, die sich von jenen aufs deutlichste abheben, bald sich linsenförmig ausbauchend, bald sich ganz zusammenziehend, bald parallel, bald schräg zur Schichtung der Schiefer. Auch hier finden sich sowohl normale Granite wie Pegmatite.

Unter den Schiefern herrschen dunkle, feingeschichtete Biotitschiefer vor, an deren Zusammensetzung sich auch reichlicher Feldspath betheiligt. Manche führen accessorisch Granat. Alle aber zeigen typische Hornfelsstructur.

Sie gehen ganz allmählich über in schieferige Amphibolite, in denen der Feldspath zum Theil noch eine grössere Rolle spielt als in ersteren. Sehr schwankend ist in den Amphiboliten die Betheiligung des Biotites, der vielfach auch ganz fehlt. Neben der Horn-

Fig. 2.



Biotitschiefer mit zahlreichen granitischen Injectionen.
Steinbruch an der Strasse von Bellinzona nach Locarno.

blende tritt oft noch viel Epidot auf, auch ein lichtgrüner diopsidartiger Augit. Titanit ist fast in allen reichlich anwesend. Die in solchen Amphiboliten aufsetzenden Pegmatite zeigen häufig schöne Resorptionserscheinungen. Sie führen nämlich oft grosse Hornblendekrystalle, deren Substanz sie augenscheinlich aus dem Nebengestein aufgenommen und wieder ausgeschieden haben (vergl. Fig. 3). Die Abstammung der grossen Hornblenden aus dem Nebengestein wird dadurch bewiesen, dass sie nur in solchen Gängen auftreten, die im Amphibolit aufsetzen, nicht aber in solchen im Biotitschiefer.

Die Amphibolschiefer gehen wiederum allmählich in Kalksilicathornfelse über, die zum Theil genau dasselbe Aussehen und dieselbe Zusammensetzung haben wie die im Odenwalde als Einlagerungen in den contactmetamorphen Schieferhornfelsen auftretenden, und die Kalksilicathornfelse sind eng verknüpft mit unreinen, silicatreichen Kalken.



Fig. 3.

Granitischer Gang mit grossen, aus dem durchsetzten Amphibolschiefer resorbirten Hornblendekrystallen. Steinbruch an der Strasse von Bellinzona nach Locarno.

Die genauere Untersuchung dieser mannigfaltigen Gesteine und ihrer Lagerungsverhältnisse mit Bezug auf das »Seegebirge« hofft der Verfasser im kommenden Sommer ausführen zu können.

Das Gabbromassiv im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge.

Von Prof. Dr. W. Bergt
in Leipzig.

(Vorgelegt von Hrn. Klein am 5. April 1906 [s. oben S. 369].)

2. Der böhmische Teil des Gabbromassivs.

Mit Unterstützung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften und des Königlich Sächsischen Kultusministeriums setzte ich im Jahre 1905 die Untersuchungen in der großen Gabbromasse des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges fort. Nachdem ich zum Vergleiche das Gabbro-Amphibolitgebiet von Erbendorf-Neustadt im bayrischen Westrandgebirge kurz begangen hatte, begann ich die Arbeit im böhmischen Teile der Gabbromasse. Durch das sehr ungünstige Wetter, durch anhaltende Regengüsse im Spätsommer und zum Beginn des Herbstes, ging von der für das große, mannigfaltige und schwierige Gebiet ohnehin knapp bemessenen Zeit eine Anzahl kostbarer Tage der Feldarbeit verloren. Es mußte daher die Begehung eines Teiles des Gebietes und die Weiterverfolgung wichtiger Fragen auf ein anderes Jahr verschoben werden.

Das hier für die Gabbrogesteine in Betracht kommende böhmische Gebiet ist Anfang der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts von der österreichischen geologischen Reichsanstalt aufgenommen und hauptsächlich von Hochstetter[1] und von v. Lidl[2] eingehend dargestellt worden. Ihre ausgezeichneten Arbeiten bilden auch heute noch die wesentliche Grundlage bei der Herstellung der handkolorierten österreichischen geologischen Spezialkarte. Seit 1893 hat G. Laube[3] das bayrisch-böhmische Grenzgebirge begangen und die Karten der

[1] F. Hochstetter, Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien, 4. 1854. 1—67. 567—586; 5, 1855. 10—29, 749—810.

[2] v. Lidl. Beiträge zur geognostischen Kenntnis des südwestlichen Böhmen. Ebenda 5. 1855. 580—619.

[3] Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1893, 22; 1894, 21; 1897, 25.

älteren Aufnahme revidiert. Eingehendere petrographische Bearbeitungen sind seitdem nur in einzelnen kleinen Teilen und meist mit Beschränkung auf bestimmte Gesteine vorgenommen worden. So hat H. B. Patton[1] 1888 die Serpentine und Amphibolgesteine nördlich von Marienbad, F. Martin[2] 1897 die Gabbrogesteine in der Umgebung von Ronsperg und 1901 die Aufschlüsse der Bahnstrecke Karlsbad-Marienbad sowie der angrenzenden Gebiete, F. Pelikan[3] 1900 und 1901 den Gabbro von Wischkowitz behandelt. Im übrigen gilt noch, was Katzer[4] 1892 für das mittelböhmische Urschiefergebirge sagt: »Leider ist das große Gebirge in petrographischer Hinsicht soviel wie unbekannt.«

Wie in meinem vorjährigen Berichte[5] ausgeführt wurde, erscheinen die Augit-Hornblendgesteine auf bayrischer Seite oberflächlich als eine einheitliche und geschlossene Masse ungefähr mit dreieckiger Umgrenzung, indem die Spitze des Dreiecks nach Südwesten gerichtet und Bayern zugewendet ist, die Grundlinie mit der bayrisch-böhmischen Grenze zusammenfällt. Diese Gesteinsmasse greift nun in einer Breite von 17^{km} nach Böhmen über, verbreitert sich dort noch auf 22^{km}, wird dann aber bald durch die gewissermaßen von Norden her keilförmig vordringende Phyllitpartie von Stankau, Bischofteinitz, Kollautschen, Taus in zwei Züge zerlegt. In der Mitte zwischen beiden liegt der Marktflecken Neumark. Der östliche breiteste Zug erstreckt sich in nordnordöstlicher Richtung mit schneller Zuspitzung »über Neugedein zwischen Kollautschen und Chudenitz hindurch bis Merklin und verschwindet hier, an seinem Ende von größeren Granitmassen begleitet, unter Tonschiefern und Steinkohlenformation« (Hochstetter). Seine Länge beträgt etwa 30^{km}. Der westliche, viel schmälere, aber bedeutend längere Zug verläuft mit sehr wechselnder Breite, stellenweise wie ein dünner Streifen zwischen Granitmassen eingeklemmt, anderwärts bedeutend anschwellend, so zwischen Ronsperg und Bischofteinitz und in der Gegend von Marienbad und Tepl, »aus der Einbuchtung von Neumark fort am Fuße des Böhmerwaldes hin gegen Norden und biegt erst in der Gegend von Plan und Marienbad, fast am Ende des Böhmerwaldes, da wo in den Gebirgsschichten schon die Streichungsrichtung des Erzgebirges beginnt, an der Zentralgranitmasse des Karlsbader Gebirges nordöstlich um in das Karlsbader Ge-

[1] Tschermak, Mineral. u. petrogr. Mitt., 9. 1888, 89—145.

[2] Ebenda 16. 1897, 105—132 und Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien, 50, 1901, 419 bis 468.

[3] Sitzungsber. d. deutsch. naturw.-medizin. Ver. Böhmen »Lotos« 1900 und 1901.

[4] Geologie von Böhmen, S. 621.

[5] W. Bergt, Das Gabbromassiv im bayr.-böhm. Grenzgebirge. Diese Sitzungsber. 1905, 395—405.

birge, wo das der Masse nach größte Serpentingebiet Böhmens, die Serpentine bei Einsiedel, noch denselben Hornblendegesteinen angehört, in denen auch die Serpentine am Hohenbogen in Bayern, die Serpentine bei Ronsperg und die bei Tachau eingelagert sind« (Hochstetter 1855. 752). Die Länge dieses westlichen Zuges beträgt, von der bayrischen Grenze an in der Luftlinie gemessen, etwa 90^km^, in Wirklichkeit wegen der bedeutenden Ausbiegung nach Westen noch mehr.

Hochstetters Worte veranschaulichen zugleich dessen einheitliche Auffassung der ganzen Hornblendegesteinsmasse. Nach ihm ist die Reihenfolge der übereinanderliegenden Schichten von Westen nach Osten: »Gneis, Hornblendeschiefer, Urtonschiefer, die Hornblendegesteine also an der Stelle des Glimmerschiefers«. Diese Schichtenfolge hält er zugleich für eine Altersfolge.

v. Lidl teilt die Hornblendegesteine, die er ebenso wie Hochstetter in voller Erkenntnis ihrer Zusammengehörigkeit als »Hornblendeformation« bezeichnet, in schiefrige = Hornblendeschiefer und körnige = Amphibolite und Diorite. »Das Hauptglied dieser Formation, die Hornblendeschiefer, bilden geschichtete Massen, deren Schichtungsrichtungen durch die zahlreichen, ihnen, wie es scheint, eingelagerten Stöcke von körnigen Hornblendegesteinen vielfach gestört wird. Beide Gesteinsarten sind dabei in einem so innigen Zusammenhange, daß eine Trennung derselben auf der Karte nicht tunlich war« (v. Lidl, S. 588). Es handelt sich dabei freilich um den Maßstab 1 : 144000.

Hochstetter gliedert ebenso in schiefrige und massige Hornblendegesteine, indem er aber noch eine glimmerfreie und eine glimmerhaltige Gruppe ausscheidet. Er kommt so zu den glimmerfreien Amphibolschiefern und körnigen Amphiboliten und zu dem glimmerführenden schiefrigen Hornblendegneis und körnigen Syenit. Auch Hochstetter betont ausdrücklich ihre Einheitlichkeit: »Alle diese Gesteine (einschließlich Eklogit und Gabbro) erscheinen am Fuße des Böhmerwaldes durchaus als gleichzeitige Bildungen. Zumal Amphibolschiefer und Amphibolit wechseln so häufig miteinander und sind durch Gesteinsübergänge so eng verbunden, daß es eine vergebliche Mühe ist, dieselben auf der geognostischen Karte zu trennen« (1855, 775).

Angesichts des häufigen Auftretens von Augitgesteinen, besonders auch von typischem grobkörnigem Gabbro, in dem Gebiete erscheint es fast rätselhaft, daß Gabbro von v. Lidl gar nicht, von Hochstetter nur bei Ronsperg erwähnt wird, um so rätselhafter, als dieser hier zahlreiche Vorkommnisse in Blöcken und anstehend aufführt, die »aufs engste an die Amphibolite gebunden« sind. Außerdem wird nur noch

einmal »blättriger Augit (wohl Hypersthen) als Gemengteil eines Amphibolits« bei Neumark genannt (S. 777).

Über diese »Hornblendeformation« in Böhmen kann nun folgendes festgestellt werden. Augitgesteine haben innerhalb der »Hornblendeformation« eine ganz allgemeine, ausgedehnte Verbreitung. Ein sehr großer Teil dessen, was man bisher Amphibolschiefer und Amphibolit nannte, ist Augitgestein und zwar Gabbro. Er findet sich, ebenso wie in Bayern über das ganze Gebiet verteilt. Die typischen grob- und mittelkörnigen Gabbros sind, besonders wenn die Feldspäte die bekannte milchweiße Farbe und trübe Beschaffenheit aufweisen, leicht zu erkennen. Schwieriger lassen sich mit bloßem Auge die frischen klein- und feinkörnigen Ausbildungen feststellen. Ähnlich wie Rongstock ist das der bayrischen Grenze nahe gelegene Neumark ein Gabbromittelpunkt. Am Südostende des Dorfes ist ein Steinbruch im Gabbro angelegt, der östlich gelegene Rücken des Steinriegels besteht oben aus Gabbro, ebenso der Höhenzug westlich von Neumark nach Kaltenbrunn zu. Die Bewohner der Dörfer nennen den Gabbro wegen seiner Zähigkeit und schweren Bearbeitbarkeit Eisenstein, und man hat deswegen den Abbruchversuch im Wald auf dem Steinriegel aufgegeben. Einige weitere Vorkommnisse sind die Umgebung des Grenzortes Jägershof, des Ortes Bärenloch und des Zollhauses Luft, der Branschauer Wald u. a.

Sehr verbreitet findet sich auch Olivingabbro, ausgezeichnet durch seine Frische und dunkelblauschwarze Farbe, seltener Norit. Ich fand jenen an mehreren Punkten um Neumark herum. Von Ronsperg war er schon durch Martin bekannt.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Auftreten von feinkörnigen bis dichten dunkelfarbigen Augitgesteinen, die vollständig makro- und mikroskopisch den sächsischen Pyroxengranuliten entsprechen. Ich konnte sie bis jetzt an folgenden Orten feststellen: Anstehende Felsen an der Ruine Herrnstein bei Neugedein. Lesesteine an der Straße von Neumark nach Plöß und zwar vor dem Dorfe Plöß. Am Südostabhang des Steinriegels bei Neumark auf Feldwegen, die vom Dorfe Hirschau hinaufführen. Große Felsmasse am Fußweg von Hirschau nach Neumark ziemlich oben am Wiesenabhang anstehend; das Gestein gleicht makro- und mikroskopisch am meisten dem dunklen sächsischen Pyroxengranulit, es klingt beim Anschlagen und springt in Scherben ab, besitzt wie jener in ausgezeichneter Weise die Bossierfähigkeit. Am Wege von Neugedein nach Dorf Branschau Blöcke oben im Walde. Am Weg von Plöß nach Fuchsberg in Lesesteinen. An der Bahn westlich von Lautschim anstehend. Am Gemeindeweg Ronsperg-Schüttwa Lesesteine im Felde. Am Dublowitz südlich von Ronsperg.

Am Weg von Ronsperg nach Hoslau. Eine Anzahl von ähnlichen Vorkommnissen sind noch nicht präpariert und untersucht. Damit wird die Angabe LEHMANNS[1] gewissermaßen bestätigt, wenn sie bei dessen ausgezeichneter Kenntnis der Granulite überhaupt der Bestätigung bedarf, daß im Krumauer Granulitgebiet Pyroxengranulite vorkommen, während sie HOCHSTETTER nirgends gefunden, auch CAMERLANDER[2] im Gebiet von Prachatitz nicht wahrgenommen hat.[3]

Das Auftreten der Pyroxengranulite hier ist von großer Bedeutung. Ihr Vorkommen in dem reinen Gabbrogebiete bei vollständiger Abwesenheit des sogenannten normalen Granulits, das Vorhandensein von Übergängen im Korn und in der Struktur zum typischen Gabbro beweist auch für die sächsischen Pyroxengranulite, daß dieses Gestein zum Gabbro gehört, nichts anderes als ein Gabbro ist, was ja schon unzweideutig aus seiner mineralischen und chemischen Zusammensetzung hervorgeht.[4] Der Name Granulit ist für ihn ebenso ungeeignet, wie man für den Gabbro wegen dessen gelegentlicher Verknüpfung mit dem Granit die Bezeichnung Diallaggranit oder Pyroxengranit als unpassend ansehen würde. Ich betrachte also den Pyroxengranulit als einen feinkörnigen bis dichten Gabbro von etwas eigenartiger Ausbildung, die aber aus dem Rahmen der sonstigen petrographischen Mannigfaltigkeit der Gabbrogesteine nicht heraustritt.

Wegen der ausgedehnten Beteiligung von Augitgesteinen an der »Hornblendeformation« kann die Bezeichnung »Hornblendegesteine« und »Hornblendeformation« also auch in Böhmen nicht beibehalten werden.

Die Verhältnisse liegen aber für den Gabbro noch bedeutend günstiger. In unserem Gebiete sind weitere Ausbildungen des Gabbros allgemein verbreitet, in denen das Augitmineral in allen Verhältnissen teilweise oder ganz durch Hornblende vertreten ist, wobei diese hornblendeführenden Augit- oder reinen Hornblendegesteine genau die gleiche sonstige Beschaffenheit, genau die gleiche Struktur, genau die gleiche Mineralzusammensetzung aufweisen wie die reinen Augitgesteine. Es wäre also unrichtig und unzweckmäßig, ihnen den Namen Gabbro zu nehmen.[5] Ich bezeichne sie deshalb je nachdem als Hornblendediallaggabbro, Hornblendegabbro, Uralitgabbro.

[1] Untersuchungen über die Entstehung der altkristall. Schiefergesteine. 1884. 240.
[2] Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien. **37**. 1887. 141.
[3] F. KATZER, Geologie von Böhmen. 1892. 142.
[4] Vgl. A. STELZNER, Neues Jahrb. f. Min. 1871, 245. — R. LEPSIUS, Geologie von Deutschland, II. 1903. 146 u. 147.
[5] Vgl. W. BERGT, Zur Einteilung und Benennung der Gabbrogesteine. Zentralbl. f. Min. 1906, Nr. 1, 10—12.

Mit den reinkörnigmassigen Gabbrogesteinen sind ebenso wie im bayrischen Teil und in vielen anderen Gabbrogebieten flaserige Ausbildungen eng verbunden. Grob- und dickflaserige Strukturen führen zu lang- und breitflaserigen, schließlich zu gebänderten und Lagenstrukturen, in denen eine eigentliche Schieferung fehlt oder auch entwickelt sein kann. Dabei treten Veränderungen im Mineralbestand und in der Mikrostruktur ein. Endlich findet man außerordentlich verbreitet fein- bis sehr feinkörnige, aus Augit oder Hornblende und basischem Feldspat gemengte Arten, die massige Struktur oder eine geringe bis deutliche Parallelstruktur ohne eigentliche Schieferung aufweisen, die sogenannten Amphibolite. Es sind feinkörnige, zum Teil parallelstruierte Gabbros, deren Querschnitt sehr häufig die eigentümliche Gabbrostruktur schon dem unbewaffneten Auge zeigt.

Auch die als Pyroxengranulite bezeichneten Gabbros enthalten teilweise außer dem Pyroxen Hornblende und gehen in Hornblendegranulite über, die ebenfalls im sächsischen Granulitgebirge vorkommen.

Für einen Teil der hier als Gabbro erkannten Gesteine wurde früher die Bezeichnung »Diorit« gebraucht. Das beruht zumeist darauf, daß man damals nicht die genauen petrographischen Bestimmungsmethoden und deshalb ein anderes petrographisches System hatte. Wenn man jetzt noch rein mineralogisch Diorit jedes massige Gestein nennt, das aus Hornblende und irgendeinem Plagioklas gleichviel unter welchen sonstigen Verhältnissen besteht, dann müßte man allerdings fast von einer großen Dioritmasse sprechen. Hier wurden aber alle Gesteine, die mit dem typischen Gabbro innig verbunden, diesem sonst gleich, an Stelle des Augitminerales teilweise oder ganz Hornblende (primäre oder »sekundäre«) enthalten, ebenfalls Gabbro genannt, ein Verfahren, das auch anderwärts angewendet wird.[1]

Wie schon oben angedeutet wurde, fehlen für den größten Teil des Gebietes petrographische Untersuchungen. Es bedarf daher zunächst bei der großen Oberflächenausdehnung und bei der Mannigfaltigkeit der Gesteine sehr umfangreicher Einzeluntersuchungen allein für die Feststellung der Natur der beteiligten Gesteine. Diorit-ähnliche Gesteine, auch mit Quarz und Glimmergehalt, wurden in dem Gabbrogebiet mehrfach angetroffen. Es muß aber dann in jedem einzelnen Falle untersucht werden, ob wirklich ein Diorit vorliegt. Denn ein »Anorthitdiorit« in einem Gabbro- oder sogenannten Amphibolitgebiet erweckt den Verdacht, ein Hornblendegabbro zu sein. Aber selbst das Vorhandensein einiger echter Diorite, vielleicht in

[1] Vgl. u. a. H. Rosenbusch, Elemente, 1901, S. 161. Hornblendegabbro.

Gangform oder als örtliche Ausbildung des Gabbros ändert nichts an der Tatsache: Wegen der allgemeinen Verbreitung von Augitgesteinen vorwiegend vom Typus des Gabbros und wegen der Zugehörigkeit eines sehr großen, wahrscheinlich des größten Teiles der Hornblendegesteine zum Gabbro entspricht die Bezeichnung »Hornblendegesteine« und »Hornblendeformation« für das Ganze nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Der richtige petrographische und geologische Name für die einheitliche Masse ist Gabbro.

In dem vorjährigen Berichte wurde bereits kurz die Frage erörtert: Sind die Augithornblendegesteine, nach meiner Auffassung, ist der Gabbro des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges eruptiv oder nicht? Hochstetter, v. Lidl, Zepharovich, Jokely hielten die Eruptivität für ausgeschlossen und stellten die Gesteine zu den kristallinen Schiefern, primitiven, durch die Diagenese kristallin niedergeschlagenen Sedimenten gleich dem Gneis, Glimmerschiefer u. a. Die genannten Forscher vertraten dem Plutonismus Naumanns[1] gegenüber einen extremen Neptunismus. Ist doch nach ihnen »selbst die Hauptgranitmasse des Böhmerwaldes nicht eruptiv«.[2] Diese ultraneptunistische Richtung hat schließlich den Sieg davongetragen und viele Jahrzehnte geherrscht. Nur langsam vermochte sich die Geologie ihr zu entwinden und zu einer plutonistischen Anschauung zurückzukehren. Schon F. Katzer vertritt in seiner Geologie von Böhmen gegenüber den neptunistischen Vorgängern im Böhmerwald einen kritischen, mehr plutonistischen Standpunkt, der sich bei den neueren Arbeiten in dem Gebiet noch weiter ausprägt. So sind nach Patton (vgl. oben) die Muttergesteine des Serpentins von Marienbad, die Periodotite, eruptiv und die Entwicklung der Hornblendegesteine aus ursprünglich massigen Gesteinen hält er für wahrscheinlich. Martin (vgl. oben) spricht die Gabbros von Ronsperg und 1900 auch die Amphibolite der Gegend von Tepl für eruptiv an. Nach F. E. Suess[3] sind die mannigfachen Hornblendegesteine des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges wahrscheinlich ebenso wie die Amphibolite des Tepler Gebirges als große Eruptivmasse aufzufassen.

In meinem vorjährigen Berichte habe ich schon zu der Frage der Entstehung Stellung genommen und mich entschieden zu einer plutonistischen Auffassung bekannt. Der beschränkte Raum verbietet nochmaliges Eingehen darauf. Es gibt keinen einzigen überzeugenden

[1] Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien. 7. 1856, 766.
[2] Ebenda 6, 1855, 784.
[3] Bau und Bild der böhmischen Masse. In »Bau und Bild Österreichs«. Wien, Leipzig 1903, S. 111.

Beweis gegen die Eruptivität des Gabbros in unserem Gebiete. In keinem Teile der sogenannten archäischen kristallinen Schieferformationen fehlt so sehr der Anhalt für ehemals horizontal liegende, in Falten gelegte oder einseitig aufgerichtete Schichten, den Hauptapparat des Neptunismus. Die spärlich vorhandene und unregelmäßige Schieferung und Schichtung, deren »Richtung durch die zahlreichen, wie es scheint, eingelagerten Stöcke von körnigen Hornblendegesteinen vielfach gestört wird« (vgl. oben), bereitete offenbar schon der neptunistischen Auffassung Schwierigkeiten. Alle Erscheinungen lassen sich besser durch die Eruptivität des Gabbros erklären.

Den im vorjährigen Berichte angedeuteten Hinweisen auf eine vom Gabbro ausgegangene Kontaktmetamorphose der durchbrochenen Sedimentgesteine lassen sich hier weitere anfügen. Auf einer Anhöhe westlich von Neumark[1] ist ein Bruch in einem feinkörnigen schuppig-schiefrigen gneisartigen Gestein angelegt. Die Untersuchung ergab einen sillimanithaltigen Paragneis. Seine winzigen braunen frischen Biotitschuppchen, seine typische Hornfelsstruktur lassen das kontaktmetamorphe Sediment erkennen. Begleitet wird dieses Gestein von einem ebenfalls merkwürdig beschaffenen graublauen, sehr feinkörnigen Schiefer, der zerstreute große, oft quergestellte Muskovitblätter und mikroskopisch geringe Mengen von Graphitflitter enthält.

Diese mitten in dem Gabbrogebiet liegenden Gesteine müssen also als Schollen kontaktmetamorpher Sedimente aufgefaßt werden. An der Straße von Lipkau nach Lautschim steht rechts an der Brücke über einen kleinen Grund gerade an der Grenze der Phyllitformation und der »Hornblendegesteine« ein dichtes Gestein an, das sich makroskopisch und mikroskopisch als ein typischer Biotithornfels, also ebenfalls als ein Kontakterzeugnis erweist. Andere ähnliche Vorkommnisse bedürfen noch der Untersuchung.

Das Verhältnis der großen Gabbromasse zu dem westlich angrenzenden Gneisgranitgebiet kann auch hier noch nicht erörtert werden. Dagegen sind noch zwei andere wichtige Fragen zu streifen: Welches Alter besitzt die Gabbromasse, und wie verhalten sich die verschiedenen Abarten des Gabbros hinsichtlich ihrer Entstehung zum normalen körnigen Diallaggabbro?

Auch noch nach neueren Darstellungen[2], die allerdings in bezug auf den Böhmerwald auf den älteren Arbeiten beruhen, sollen die »Hornblendegesteine« in die Phyllite übergehen. Wenn die »Hornblendegesteine« eruptive Gabbros sind, dann ist ein Übergang in dem Sinne wie von Glimmerschiefer zu Phyllit und von diesem in Ton-

[1] Blatt Taus und Klattau, Zone 8 col. VIII der österreichischen Karte 1:75000.
[2] Katzer, a. a. O. S. 632 und Fr. E. Suess, a. a. O. S. 111.

schiefer überhaupt nicht möglich, dagegen in dem Sinne, daß der durchbrochene Schiefer sich mit dem eruptiven Material gemischt hätte, daß jener von diesem imprägniert und dadurch eine Übergangzone geschaffen worden wäre. Tatsächlich bereitet die Unterscheidung der schiefrigen feinkörnigen Hornblendegabbrogesteine von den hornblendehaltigen Gliedern der angrenzenden Sedimentformationen anfangs einige Schwierigkeiten, aber nicht deshalb, weil die Gabbrogesteine in die Phyllite und Tonschiefer übergingen, sondern weil in den Sedimentformationen ebenfalls körnige und schiefrige Hornblendegesteine enthalten sind, nämlich Gang- und Lagerdiabase mit amphibolisiertem Augit und Diabastuffe und Tuffschiefer, die in Grünschiefer, in Hornblende- und Epidotgrünschiefer umgewandelt sind. Es liegen also ganz ähnliche Verhältnisse vor wie am Rand des sächsischen Granulitgebirges. Besonders der von Taus nach Süden eingreifende Phyllitzipfel enthält ganz gleiche Gesteine wie das sogenannte Hainichener Grünschiefersystem am sächsischen Granulitgebirge. Bei eingehendem Studium gelingt schon makroskopisch die Trennung der eruptiven Gabbrogesteine und der Glieder der Phyllitformation.

Der eruptive Gabbro hat nach meiner Auffassung den Glimmerschiefer, wo er vorhanden ist, und den Phyllit durchbrochen, muß also jünger als diese sein. Bis vor kurzem war damit auch die Altersfrage beantwortet, indem man das in den Worten selbst liegende archäische Alter der beiden Formationen nicht anzuzweifeln wagte. Die Entwicklung der letzten Jahre hat immer deutlicher gezeigt, daß Gneis-, Glimmerschiefer- und Phyllitformation mancherorts keine geologischen Formationen von bestimmtem, nämlich archäischem Alter mehr sind, sondern nur noch petrographische Formationen darstellen. Es ist darnach auch hier die Altersfrage berechtigt, ja notwendig.

In dem vorjährigen Berichte hoffte ich, die den angrenzenden Schieferformationen massenhaft eingelagerten Kieselschiefer könnten, wenn auch nur durch mikroskopische Radiolarien, einen Anhalt bieten. Die Untersuchung von zwanzig Kieselschiefer- und Kohlequarzitproben aus der Gegend von Lautschim, Auborsko, Lipkau, Schwihau, Chudenitz, Polin, Putzerried ergab bisher keine Spur von Radiolarien und Organismen. Es wäre aber durchaus falsch, dies als einen Beweis überhaupt gegen das Vorhandensein von Organismen in diesen Gesteinen und Schichten anzusehen. Erfahrungsgemäß sind Fossilien ganz allgemein an bestimmte Gesteine gebunden und in diesen oft auf ganz gewisse dünne Lagen beschränkt. Jahrzehntelang haben sie sich selbst in vieldurchsuchten Gegenden der Beobachtung entzogen, bis ein glücklicher Zufall sie einem kundigen Auge entdeckte.

Aber selbst wenn so charakterlose Reste wie die Radiolarien hier gefunden würden, könnte bei den im mittelböhmischen Urschiefergebirge waltenden schwierigen Lagerungsverhältnissen die Altersfrage nicht in den kleinen südwestlichsten Zipfeln des großen Gebietes entschieden werden. Dieser Gegenstand ist also vorläufig fallen zu lassen.

Die zweite wichtige Frage nach der Entstehung der verschiedenen Abarten des Gabbros, besonders der flasrigen und schiefrigen Hornblende- und Uralitgabbros erfordert zu ihrer Entscheidung die gleichmäßige Berücksichtigung des gesamten Gebietes und eingehende Untersuchung der verschiedenen Gesteine. Die vom äußersten Südpunkt in Bayern bis zur nördlichsten Spitze in Böhmen über 100^{km} messende Zone der Augit- und Hornblendegesteine zeigt in ihren Teilen verschiedene Ausbildung. Im Süden sind Flasergabbros stark entwickelt, in den mittleren Teilen weniger, in den nördlichen, mir noch nicht genügend bekannten Gebieten treten granatreiche Amphibolite und Eklogite sehr in den Vordergrund, während im Süden und in der Mitte Granat zwar nicht ganz fehlt, aber in so verschwindender Menge auftritt, daß er bisher in den eigentlichen »Amphibolgesteinen« gar nicht bekannt war. Dagegen ist der Serpentin, der stete Begleiter des Gabbros, scheinbar ziemlich gleichmäßig über das ganze Gebiet verteilt. Diese und noch manche andere Verhältnisse gilt es genau zu studieren, ehe ein Urteil über die Entstehung der Flaserung, der Schieferung, über die Entstehung der Eklogite aus dem Gabbro usw. abgegeben werden kann. Aus den bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen scheint wenigstens hervorzugehen: Erscheinungen, die rein mechanisch, durch Druck auf das starre Gestein hervorgebracht wurden, sind rein örtlich in beschränktestem Maße vorhanden. Zu ihnen gehören aber nicht die Flaser- und Schieferstruktur der in Betracht kommenden Gesteine. Diese Strukturen machen in ihren mikroskopischen Einzelheiten so sehr den Eindruck der Ungestörtheit, der Ursprünglichkeit, daß man geneigt ist, sie als erstarrte Flußbewegungen oder als Wirkungen eines noch vor der Erstarrung tätigen Druckes anzusehen.

Jedenfalls geht aus den bisherigen Erörterungen hervor, daß die einheitliche Masse von Gabbrogesteinen im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge zu den größten bekannten Vorkommnissen überhaupt gehört, daß sie wegen der großen Mannigfaltigkeit in der Ausbildung einer noch sehr verkannten Gesteinsgruppe wertvolle Aufschlüsse zu bieten geeignet ist.

Sie ist aber nicht das einzige Vorkommnis von Gabbrogesteinen im Westrand des »böhmischen Urgebirgswürfels« (Gümbel). Nach

Süden zu treffen wir zahlreiche kleinere bis Hauzenberg bei Passau. Und genau in der nördlichen Fortsetzung der großen 100^{km} langen Zone stoßen wir auf dem Kamm des Erzgebirges auf die petrographisch außerordentlich interessanten und mannigfaltigen, ebenfalls zum Gabbro gehörigen »Amphibolit- und Eklogitlinsen« von Kupferberg und Schmiedeberg. Ihnen folgen zahlreiche weitere, im sächsischen Erz- und Granulitgebirge bis nach Roßwein, wo ganz gleiche Verhältnisse herrschen wie am südlichsten Punkt unserer großen einheitlichen Masse, am Hohenbogen, indem an beiden Stellen Flasergabbros ausgezeichnet entwickelt sind. Wenn man berücksichtigt, daß zu beiden Seiten dieses über 200^{km} langen Streifens — Hauzenberg bei Passau, Hoher Bogen, Kupferberg, Roßwein — östlich und westlich von ihm Gabbrogesteine, Gabbro, Amphibolit, Eklogit, Pyroxengranulit, Serpentin noch zahlreiche, zum Teil recht ausgedehnte Gebiete bilden, dann erhält man eine richtige und anschauliche Vorstellung von der Bedeutung des Gabbros für die Zusammensetzung der Erdrinde. Es braucht nicht weiter darauf hingewiesen zu werden, daß diese Erkenntnis erst möglich ist, wenn die Zugehörigkeit der Gesteine zum Gabbro feststeht und die enge Zusammengehörigkeit nicht durch unnötige Namenzersplitterung unanschaulich gemacht oder verschleiert wird.

Über die Functionen des Kleinhirns.

Von Hermann Munk.

(Vorgetragen den 17. November 1904 und den 26. October 1905.)

1.

In meiner letzten Mittheilung[1] habe ich die Folgen behandelt, die der Verlust der Sensibilität eines Körpertheiles für dessen Motilität mit sich bringt. An der Extremität, die aller Sensibilität beraubt ist, bleiben nicht nur alle eigenen reflectorischen Bewegungen der Extremität, ihre Gemeinreflexe und ihre Rindenreflexe, für die Dauer aus, sondern sind auch alle übrigen Bewegungen der Extremität geschädigt: sie sind alle andauernd erschwert, und die geordneten oder coordinirten Bewegungen der Extremität sind überdies noch in ihrem Ablaufe gestört, die ererbten unter diesen Bewegungen bleibend, die erlernten vorübergehend. Als die Ursache der Schädigung ergab sich die veränderte Einstellung der die Bewegungen der Extremität herbeiführenden centralen Organe: die Muskelcentren und die aus Muskelcentren zusammengesetzten Markcentren der Extremität, wie auch die motorischen centralen Elemente der zugeordneten Extremitätenregion der Grosshirnrinde sind in ihrer Erregbarkeit herabgesetzt, weil ihnen nicht mehr von der Extremität her auf den sensiblen Bahnen beständig Erregungen zufliessen, wie es in der Norm infolge der die Extremität treffenden äusseren Reize und der durch Haut-, Muskel-, Gelenkspannungen u. s. w. gegebenen inneren Reize der Fall ist.

Man hätte, sagte ich dort zum Schlusse, auch noch für die anderen centralen Organe, an die sensible Bahnen von der Extremität herantreten und von denen motorische Bahnen zu der Extremität führen, die veränderte Einstellung nach dem Sensibilitätsverluste der Extremität anzunehmen, so für die Principalcentren und die motorischen centralen Elemente des Kleinhirns. Dass das Gehen, das Laufen, das Klettern u. s. w. lediglich durch die mangelhafte Betheiligung der betroffenen Extremität beeinträchtigt, aber im ganzen nicht erschwert

[1] Diese Berichte 1903, 1038.

gefunden wurden, wäre daraus begreiflich, dass zu den Principalcentren, von denen die coordinirten Bewegungen einer ganzen Reihe von Körpertheilen angeregt werden, auch sensible Bahnen von vielen Körpertheilen her gelangen und daher der Fortfall der von einer einzelnen Extremität stammenden Bahnen nicht eine solche Herabsetzung der Erregbarkeit der Principalcentren bewirkte, dass sie für uns bemerklich wurde. Was das Kleinhirn betrifft, so müsste ich glauben, dass unter der gefundenen Herabsetzung, welche die Erregbarkeit der Mark- und Muskelcentren der Extremität durch deren Sensibilitätsverlust erfährt, ein vom Kleinhirn herrührender Antheil versteckt sich befinde, indem in der Norm die mittels der sensiblen Bahnen der Extremität schwach erregten motorischen centralen Elemente des Kleinhirns in derselben Weise eine Erhöhung der Erregbarkeit jener Centren herbeiführen, wie es seitens der motorischen centralen Elemente der zugeordneten Extremitätenregion geschieht.

Diese Folgerung für das Kleinhirn traf sichtlich mit Hrn. Luciani's Ermittelungen am Kleinhirn selbst zusammen, mit Ergebnissen gerade derjenigen Untersuchung, die unter den zahlreichen Bestrebungen des vorigen Jahrhunderts, die Functionen des Kleinhirns aufzuhellen, nach Art und Umfang bei weitem die erste Stelle einnimmt. In den Jahren 1882—91 durchgeführt und ausführlich in dem Buche »Il Cervelletto«[1] dargelegt, hat die Untersuchung gewissermaassen ihre Fortsetzung oder ihre Ergänzung bis auf die Gegenwart in dem jüngst erschienenen Artikel »Das Kleinhirn«[2] erhalten, in dem Hr. Luciani auch den neueren Veröffentlichungen Rechnung trägt.

Es waren hauptsächlich die Folgen der Exstirpation einer lateralen Hälfte des Kleinhirns, ferner des Wurms und endlich des ganzen oder fast des ganzen Kleinhirns, denen Hr. Luciani nachging, und zwar bei Hunden und Affen, die nach solchen Verstümmelungen lange am Leben zu erhalten Hrn. Luciani zuerst gelang. Nach seinen Erfahrungen weist Hr. Luciani[3] die Theorien zurück, die das Kleinhirn zum Centrum der Erhaltung des Gleichgewichts und der Orientirung des Körpers im Raume machen, ebenso die Theorien, die das Kleinhirn als das Organ der Coordination der willkürlichen Bewegungen betrachten. Ihm ist das Kleinhirn das Organ eines Unterbewusstseins oder unbewusster Empfindungen, welches langsam, ruhig und continuirlich eine verstärkende Wirkung auf die Thätigkeit der übrigen Nervencentren ausübt, ein kleines, relativ unabhängiges und kein

[1] Firenze 1891. (In den folgenden Citaten abgekürzt »Cerv.«)

[2] Ergebnisse der Physiologie, herausgeg. von Asher u. Spiro. 3. Jahrg. Abth. II. Wiesbaden 1904. (In den folgenden Citaten abgekürzt »Klh.«)

[3] Klh. 318, 319, 325, 326, 334—7. — Cerv. 301, 302, 306—7.

eigenes, d. h. ausschliesslich ihm vorbehaltenes Wirkungsfeld besitzendes Hilfs- oder Verstärkungssystem des grossen Cerebrospinalsystems. Und der unterstützende oder verstärkende Einfluss des Kleinhirns äussert sich in einer complicirten Wirkung, infolge deren 1) der Grad der Spannung wächst, in der sich die neuro-musculären Apparate des animalen Lebens während der Functionspause oder der Ruhe befinden (tonische Wirkung); 2) die Energie zunimmt, welche die Apparate bei den verschiedenen willkürlichen, automatischen und reflectorischen Thätigkeiten aufwenden (sthenische Wirkung); 3) der Rhythmus der Einzelimpulse beschleunigt wird, durch welchen diese Thätigkeiten zusammenwirken und die normale Verschmelzung und die regelmässige Continuität derselben zustande kommt (statische Wirkung). Denn die wesentlichen Folgen des Ausfalls der Kleinhirnfunction sieht Hr. Luciani einfach in atonischen, asthenischen und astatischen neuro-musculären Erscheinungen bestehen, die nicht auf die beim Stehen, Gehen u. dgl. thätigen Muskeln beschränkt sind, sondern sich auf alle willkürlichen Muskeln erstrecken, sehr überwiegend jedoch auf die Muskeln der unteren oder hinteren Extremitäten und auf die Muskeln, welche die Wirbelsäule fixiren.

Wo Hr. Luciani im »Il Cervelletto« seine Ergebnisse zusammenfasst, führt er zum Schlusse noch aus, dass die complicirte physiologische Wirksamkeit des Kleinhirns nicht eine specifische, eigenartige Wirksamkeit, sondern eine allgemeine und deshalb fundamentale des ganzen Nervensystems als solchen sei.[1] Die im Organismus zerstreuten peripherischen Ganglien, die insgesammt das sympathische System ausmachen, haben im grunde dieselbe physiologische Bedeutung für die vegetativen Processe, wie das Kleinhirn für die animalen Processe. Das zeige sich hinsichts der trophischen Function und der Verstärkungsfunction — die höchstwahrscheinlich zwei (innere und äussere) Seiten oder verschiedene Anblicke desselben, seinem Wesen nach unbekannten physiologischen Vorganges repräsentiren[2] — bei den Intervertebralganglien einerseits und dem Kleinhirn andererseits. Für die trophische Function zeugen[3] die Degenerationen und Sklerosen im Nervensystem, die Muskeldegenerationen u. s. w., die auf die Abtragungen folgen. Bezüglich der anderen Function weist er[4], fussend auf den Cyon'schen Versuchen an den Wurzeln der Rückenmarksnerven, auf die vollkommene Analogie zwischen der Verstärkungsfunction des Kleinhirns und der der Intervertebralganglien hin, indem er in der von den hinteren Wurzeln ausgehenden Verstärkung der Erregbarkeit der vorderen Wurzeln oder motorischen Nerven einen synthetischen Ausdruck sieht.

[1] Cerv. 307, 310 Anmerk. [2] Cerv. 305. [3] Cerv. 306, 308. (Klh. 337.)
[4] Cerv. 310.

der deutlich einschliesst eine sthenische, tonische und statische Wirkung, übertragen von den Intervertebralganglien auf das Mark, vom Mark auf die motorischen Nerven und von diesen auf die Muskeln. In der Richtung stellt er auch weitere Untersuchungen in Aussicht. Aber solche sind nicht zur Veröffentlichung gekommen, und es ist auch in Hrn. Luciani's jüngstem Artikel von jenem Parallelismus zwischen den Intervertebralganglien und dem Kleinhirn nicht mehr die Rede. Lediglich das kehrt wieder[1], dass der trophische und der tonische verstärkende Einfluss des Kleinhirns offenbar die beiden Seiten des nämlichen physiologischen Processes darstellen: und wir hören, dass sie »in continuirlicher Weise von den directen oder indirecten Bahnen angeregt sind, die von den Organen des Hautmuskelsinnes und des Labyrinths centripetalwärts zum Kleinhirn führen. Von diesen afferenten Bahnen, welche die Thätigkeit des Kleinhirns unterstützen, muss man eine besondere Bedeutung den vom Nervus vestibularis dargestellten zusprechen«. Auf welche experimentellen Erfahrungen sich Hr. Luciani dabei stützt, dass die Verstärkungsfunction des Kleinhirns durch die von den Organen des Hautmuskelsinnes centripetalwärts zum Kleinhirn führenden Bahnen, also durch die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven angeregt oder, wie es bald darauf heisst, unterstützt werden soll, darüber giebt der Artikel keine Auskunft.

Als ein »Hilfs- oder Verstärkungssystem des grossen Cerebrospinalsystems« liess sich nun auch nach meiner Folgerung das Kleinhirn ansprechen, indem von seinen motorischen centralen Elementen aus eine Erhöhung der Erregbarkeit der Mark- und Muskelcentren herbeigeführt sein sollte. Und noch mehr musste mein Zusammentreffen mit Hrn. Luciani in die Augen springen, da, wie jene Leistung der motorischen Elemente des Kleinhirns sich von einer Erregung seitens der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven herleitete, so auch Hr. Luciani seine Verstärkungsfunction des Kleinhirns durch die Hautmuskelsinn-Nerven angeregt oder unterstützt sein lässt. Man konnte darnach meinen, dass die Erweiterung, die Hr. Luciani einstmals seiner Kleinhirn-Untersuchung noch durch die Untersuchung der Intervertebralganglien oder die Durchschneidung der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven hatte geben wollen, nunmehr durch meine Versuche an den hinteren Wurzeln zur Ausführung gekommen war und für die Wirksamkeit des Kleinhirns zur Bestätigung der am Kleinhirn selbst gewonnenen Ergebnisse geführt hatte.

Indess stellte sich bei näherer Betrachtung die Sachlage nicht so günstig dar. Denn nach Hrn. Luciani war der continuirliche ver-

[1] Klh. 337—8.

stärkende Einfluss des Kleinhirns auf die Thätigkeit der übrigen Nervencentren die Function κατ' ἐξοχὴν des Organes im Bewegungsapparate des Thieres und hatte weiter das Kleinhirn »kein eigenes, d. h. ausschliesslich ihm vorbehaltenes Wirkungsfeld«, mit anderen Worten, hatte das Kleinhirn nicht noch »stürmisch, discontinuirlich und variabel nach den äusseren Umständen«[1] eine besondere Aufgabe für das Zustandebringen von Bewegungen zu erfüllen, wie sie den anderen zum Bewegungsapparate gehörigen Centralorganen, dem Grosshirn, dem Mittelhirn u. s. w., bei den Reflex- und Willkürbewegungen zukommt. Dagegen war nach meinen Ergebnissen der verstärkende Einfluss des Kleinhirns nicht seine Function κατ' ἐξοχὴν im Bewegungsapparate des Thieres, sondern eine Function, die das Kleinhirn mit der Grosshirnrinde, den Principalcentren, den Markcentren gemein hat, und war es nicht ausgeschlossen, im Gegentheil sogar wahrscheinlich, dass das Kleinhirn ausserdem noch ein eigenes Wirkungsfeld besitzt, ebenso noch eine specifische Function für das Zustandebringen von Bewegungen hat, wie es bei der Grosshirnrinde, den Principalcentren, den Markcentren der Fall ist. Ferner sollte nach meiner Folgerung die Verstärkungsfunction des Kleinhirns, um Hrn. Luciani's kurze Ausdrucksweise zu benutzen, lediglich in tonischer und sthenischer Wirkung zum Ausdruck kommen, nicht aber in statischer Wirkung; denn solche Störungen, wie sie von Hrn. Luciani als astatische neuro-musculäre Erscheinungen infolge der Verstümmelung des Kleinhirns beschrieben und zusammengefasst waren, hatten sich nicht als Folgen des Sensibilitätsverlustes eines Körpertheiles gezeigt. Mochte sich da an sich auch annehmen lassen, dass solche Störungen aus irgend welchem Grunde mir entgangen waren, so war doch, wenn man die letztere Abweichung mit der ersteren zusammenhielt, viel mehr an die Möglichkeit zu denken, dass Hr. Luciani zu Unrecht die statischen Wirkungen mit den tonischen und sthenischen verkoppelt hatte, und dass in den statischen Wirkungen gerade die specifische Leistung des Kleinhirns zu Tage trat. Dass älteren Vorstellungen über die Verrichtungen des Kleinhirns, die Hr. Luciani ganz verworfen hatte, und die trotzdem — auch nach den klinischen Erfahrungen am Menschen — immer wiederkehrten, so doch noch eine Berechtigung zukommen konnte, war nur geeignet, den Gedanken zu unterstützen.

Auf grund dieser Erwägungen erschien mir die Prüfung geboten, ob Hrn. Luciani's Theorie des Kleinhirns zureichend war oder ob sie der Abänderung in den Grundzügen bedurfte. Die Folgen der Durchschneidung von hinteren Rückenmarksnerven-Wurzeln in grösserer Zahl,

---

[1] Cerv. 307.

die Folgen partieller Durchschneidungen des Rückenmarks, so dass zum Kleinhirn ziehende sensible Bahnen ausgeschaltet wurden, die Folgen von eng begrenzten Zerstörungen und von Reizungen des Kleinhirns liessen die erwünschte Aufklärung nicht gewinnen. Es blieb nichts übrig, als zu versuchen, auf demselben Wege, auf dem Hr. Luciani zu seiner Theorie geführt war, mittels ebenso ausgedehnter Kleinhirn-Exstirpationen zur Entscheidung zu gelangen. Was dabei sich ergab, will ich im folgenden darlegen.

2.

Als die reichste und klarste Quelle der wissenschaftlichen Kenntnisse über die Physiologie des Kleinhirns hat Hr. Luciani[1] die Ergebnisse der vollständigen Exstirpation einer seitlichen Kleinhirnhälfte bei Hunden und Affen betrachtet, weil jede solche Kleinhirnhälfte bei weitem überwiegende Verbindungen mit den Theilen der entsprechenden Körperhälfte habe und deshalb im gegebenen Falle der Vergleich der Muskelfunctionen der beiden Körperhälften gleichwerthig sei mit dem Vergleiche zweier Thiere von gleicher Rasse, gleichem Alter und gleicher Constitution, von denen das eine in fast vollständigem Besitze der cerebellaren Innervation, das andere ihrer fast vollständig beraubt ist. Und wie Hr. Luciani, sind auch in der Folge Hr. Risien Russell[2], Hr. Thomas[3] und Hr. Lewandowsky[4] von der halbseitigen Exstirpation bei ihren Untersuchungen und Betrachtungen ausgegangen und haben die Exstirpation des ganzen Kleinhirns mehr anhangsweise behandelt. Indess ist der Vortheil jenes Vergleiches zunächst nur von untergeordneter Bedeutung und tritt weit zurück gegen den Vortheil, den die völlige Exstirpation des Kleinhirns bietet, dass die zur Beobachtung kommenden Folgen frei von den Verwickelungen sind, die im anderen Falle das weitere Wirken der erhaltenen Kleinhirnhälfte herbeiführt. Hinzukommt, was in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse nicht gering zu veranschlagen ist, dass, was an den Folgen des Eingriffs auf ungehörigen Verletzungen oder Schädigungen der nervösen Nachbarorgane beruht, bei der völligen Exstirpation oft ohne weiteres durch das ungleiche Verhalten der beiden seitlichen Hälften des Thieres sich zu erkennen giebt, während es bei der halbseitigen Exstirpation erst durch eine genaue anatomische Untersuchung aufgedeckt und manchmal auch durch diese nicht sicher festgestellt werden kann.

[1] Klh. 282.
[2] Phil. Transact. R. Soc. Lond. 185 (1894), B, 819.
[3] Le Cervelet. Paris 1897.
[4] Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1903, 129.

Wir wollen deshalb die Totalexstirpation unserer Untersuchung zugrunde legen: und wir halten uns an die einzeitige Totalexstirpation, weil die Folgen des Kleinhirnverlustes schon durch vorher eingetretene Compensationen seitens anderer Theile des Centralnervensystems verdunkelt sind, wo man erst durch mehrmaliges Exstirpiren bis zur Totalexstirpation vorschreitet. Wo es von Nutzen für die Untersuchung sein kann, werden wir die halbseitige Exstirpation mit heranziehen.

Bisher liegen nur wenige Fälle vor, in denen man den Folgen der Totalexstirpation beim Hunde und beim Affen nachgehen konnte[1].

---

[1] Unter den 6 Fällen »unvollkommener und vollkommener beiderseitiger Abtragung des Kleinhirns«, die Luciani vorgeführt hat (Cerv. 120—41 und Linee generali della Fisiologia del Cervelletto. Firenze 1884), sind die besten Fälle Affe Δ, der 17 Tage lebte, und Affe Ω, der erst nach 19 Monaten starb. Hund Y, dessen Kleinhirn vollkommen exstirpirt war, hatte am Tage der Operation epileptische Anfälle und starb schon in der zweiten Nacht. Beim Hunde Z, bei dem die mit der Operation verbundene Blutung verhindert hatte, sich der Totalexstirpation zu vergewissern, und der nach einem Jahre infolge des missglückten Versuches, durch eine neue Operation die Exstirpation zu vervollkommnen, zugrunde ging, fanden sich am Pons zwei kleine symmetrische Massen von Kleinhirnsubstanz, und alle sonstigen Reste des Kleinhirns waren vom Narbengewebe umhüllt und zusammengeballt, so dass man unversehrte Substanz nicht entdeckte: aber die zur Gangrichtung schiefe Körperhaltung, die der Hund stets zeigte, weist darauf hin, dass doch unter dem Narbengewebe unversehrte Substanz entweder nur auf der einen Seite oder auf beiden Seiten, und zwar auf der einen Seite in grösserer Ausdehnung als auf der anderen, zurückgeblieben war und sich der Constatirung entzogen hat. Am Hunde Γ, der die dreizeitige Exstirpation $1\frac{3}{4}$ Jahre überlebte, zeigte sich rechterseits »ein wenig bedeutender Rest«, linkerseits aber »die ganze untere äussere Portion des Kleinhirns« erhalten. Und ebenso war die Exstirpation unzureichend am Hunde A, der trotz septischer Infection acht Monate am Leben blieb. Bei der Section wurde beiderseits die Flocke unversehrt gefunden, und erschien der Rest der »Uvula oder des Vorderwurms« degenerirt: aber bei diesem ersten am Leben erhaltenen Hunde war die tiefste, den 4. Ventrikel überwölbende Schicht des Wurms zurückgelassen und nur mit einem Häkchen zerfetzt worden, und Luciani sagt später selber (Cerv. 3), »die Erfahrung habe ihn belehrt, dass man durch solches Operiren nicht dazu gelangt, die vollkommene Degeneration der Uvula oder des Vorderwurms zu erhalten«. Auch bei den 3 Affen von Ferrier und Turner (Phil. Transact. R. Soc. Lond. 185 [1894], B, 722) war ausser Stummeln der Flocke ein Fragment des »unteren Wurmfortsatzes, der sich über einen Theil des 4. Ventrikels wölbt,« stehen geblieben: die Reste waren bei dem Affen, der nur 3 Tage lebte, am kleinsten und grösser bei den Affen, die am 5. Tage, bezw. nach $2\frac{1}{2}$ Monaten starben, so dass hier ausser den Vierhügeln nur der Calamus scriptorius freigelegt war: am längstlebigen Affen bestand die Deckschicht hauptsächlich aus degenerirtem und Narbengewebe. Wie es mit Russell's 4 Hunden steht, welche die theils ein- theils zweizeitige Totalexstirpation überlebten (a. a. O. 852—4) lässt sich aus den wenigen Worten über das Verhalten der Thiere nicht entnehmen. Bei Thomas' 3 Hunden H, I, J, die 45, 88, 75 Tage lebten (a. a. O. 252—62), soll bloss die Flocke erhalten gewesen sein, aber die Abbildungen der Hirne und das Rollen der Thiere lehren, dass wesentlich mehr vom Kleinhirn zurückgeblieben war, wie es auch bei der zu schmalen Schädelöffnung (232—3) nicht wohl anders sein konnte: in zwei Fällen waren die Vierhügel verletzt. Endlich hat Lewandowsky, der 3 hierher gehörige Hunde beobachtet zu haben scheint, bei dem einen Hunde, der über 5 Monate am Leben blieb, »totales Fehlen des Kleinhirns, Nebenverletzung des rechten Acusticus« als Sections-

und soweit sich die Fälle übersehen lassen, entsprachen sie meist nicht den zu stellenden Anforderungen. Es handelt sich aber auch um eine recht schwierige Operation, da, weil die Sinus transversi geschont werden müssen, nur eine verhältnissmässig kleine Öffnung im Schädeldache am hinteren Ende des Kleinhirns sich herstellen lässt und durch diese Öffnung das ganze Kleinhirn unter Durchtrennung seiner Stiele und Zerreissung der Marksegel zu entfernen ist, ohne dass die dicht vor, unter und hinter ihm gelegenen, sämmtlich functionell bedeutsamen Organe auch nur durch Zug oder Druck geschädigt werden. Ich fand es dafür nöthig, von Hrn. Luciani's Verfahren[1] so abzuweichen, dass ich nach der Freilegung des Kleinhirns vor jeder Inangriffnahme des Wurms die Hemisphären beseitigte, so dass für die Behandlung des Wurms Raum geschafft war, und von der Benutzung des scharfen Löffels ebenso, wie sonst bei meinen Gehirnoperationen, absah. Mit einem feinen Messer ging ich den seitlichen Rand des Wurms entlang an der hinteren Seite des Tentoriums bis zu dessen Ende vor und trennte durch einen bis zur Höhe des Kleinhirnstieles senkrecht zur Oberfläche, danach ein wenig schief nach unten aussen geführten Schnitt die Hemisphäre ab. An der Schnittstelle schob ich ein ebenso dünnes, doch breiteres Stäbchen ein und drückte mit ihm die Hemisphäre nach aussen und hinten, wodurch sie, gewöhnlich als ein Ganzes, am seitlichen Rande der Schädelöffnung herausbefördert wurde. Nachdem mit der zweiten Hemisphäre ebenso verfahren war, ging ich auf der Convexität des Wurms mit zwei Stäbchen von hinten nach vorn so vor, dass ich regelmässig abwechselnd mit dem einen flach angelegten Stäbchen fixirte und einen leichten Zug nach hinten ausübte, während ich das andere Stäbchen etwas weiter vorn ebenso zur Anlagerung brachte, bis ich das inzwischen etwas zurückgebogene vordere obere Ende des Wurms erreicht hatte und ein oder beide Stäbchen an dessen vordere Fläche legen konnte. Auf einen allmählich verstärkten, aber immer nur schwachen Druck nach hinten oben gab alsdann plötzlich ein Widerstand nach — das vordere Marksegel war zerrissen — und liess sich der ganze vordere Theil des Wurms nach hinten und etwas zur Seite zurückschlagen und mit der Scheere abtrennen. Endlich schob ich nach Zerreissung der Tela chorioidea inferior ein Stäbchen dicht an der unteren Fläche des hinteren Theils des Wurms, diesen emporhebend und mit der Scheere beiderseits den Rest

ergebniss erhalten (a. a. O. 189). »Eine ideale Totalexstirpation ohne Rest«, sagt noch Lewandowsky (139), »ist mir einmal gelungen bei einer 14tägigen Katze, welche die Operation 3 Wochen überlebte«; von dieser Katze ist jedoch nur mitgetheilt, dass sie eine halbe Stunde nach der Operation wieder an den Zitzen der Mutter lag und anstandslos schluckte (175).

[1] Cerv. 2 ff.

des Kleinhirnstieles etwas schief nach aussen oben durchschneidend, weiter und weiter vor, bis sich der ganze hintere Theil des Wurms umschlagen und beseitigen liess. Die Vierhügel mit der Mündung des Aquaeductus Sylvii und der ganze Boden des vierten Ventrikels mit den Stümpfen der durchtrennten Kleinhirnschenkel waren freiliegend zu sehen, und das Kleinhirn war bis auf ein jederseitiges Stück der Flocke exstirpirt.

In Anbetracht der Schwierigkeit der Operation brauche ich kaum zu sagen, dass selbst noch, als ich im Verfahren geübt war, mir reichlich Versuche misslangen, weil einmal diese, einmal jene der feinen Manipulationen nicht nach Erfordern zur Ausführung kam. Nicht minder grosse Verluste verursachten die Blutungen, die mit der Exstirpation verbunden waren. Manchmal allerdings liessen sich die Blutungen — beim Affen öfter als beim Hunde — durch Tamponiren und Torquiren so gut beherrschen, dass ich das Operationsfeld blutfrei zurücklassen konnte, wenn ich die Wunde schloss. Anderemal aber waren sie nicht anders zu stillen, als dass dünnere oder dickere Lagen geronnenen Blutes auf den freigelegten Centralorganen und zu ihren Seiten verblieben: und dann war ein Theil der Versuche verunglückt, weil das Blut den Bulbus umflossen oder zu weit nach vorn oder hinten sich verbreitet hatte und Organe, die beim Operiren unversehrt geblieben waren, später doch geschädigt sich erwiesen. Ich bin deshalb nicht im Zweifel, dass hinsichtlich der Zahl der Verluste mein Verfahren dem Luciani'schen nachsteht. Aber es hat dafür den Vorzug, auf den es ankommt, dass, wo es glücklich durchgeführt wurde, nicht nur das Zurückbleiben wirksamer Reste vom Kleinhirn verhütet ist, sondern auch die angrenzenden nervösen Organe unversehrt erhalten sind. Nicht einmal in der so empfindlichen Athmung brachte hier die Exstirpation eine Veränderung mit sich, während doch die epileptischen Krämpfe, die Hr. Luciani öfters nach Aufdeckung des Sinus rhomboidalis mit Chloral bekämpfen musste, wie die Brechbewegungen, die Athemstörungen und die Muskelactionen, die sonst noch die Experimentatoren bei der Operation beobachteten, schon grob die Verletzung von Nachbarorganen zu erkennen gaben. Und ebenso wenig stellten sich hier nach der Operation Strabismus oder Nystagmus ein oder beim Hunde eine Störung in der Nahrungsaufnahme: diese sonst fast regelmässig gefundenen Abnormitäten traten nur bei Versuchen auf, die durch Nebenverletzungen oder Blutungen misslungen waren.

Den Flockenrest habe ich mit Vorsatz zurückgelassen, um den anliegenden Nervus acusticus nicht zu gefährden, der durchaus unversehrt bleiben muss. Der Vollkommenheit der Exstirpation konnte damit nicht über den äusseren Anschein hinaus Eintrag geschehen, da

der Flockenstiel durchtrennt war; und dafür habe ich auch die thatsächlichen Belege erhalten. Denn bei manchen Versuchen ist es wider meine Absicht zur Exstirpation auch der Flocke gekommen, und unter diesen Versuchen haben ein paar Fälle, in denen auf Einer Seite, wie ein Fall, in dem auf beiden Seiten die Flocke gänzlich mit entfernt war, weil hier zufällig nicht die Acustici verletzt waren, in den Ergebnissen keine Abweichungen von den Versuchen, bei denen die Flockenreste erhalten waren, gezeigt. Wie zu erwarten, haben sich auch keine Abweichungen von den sonstigen Ergebnissen dort herausgestellt, wo bei der Abtragung des vorderen Theiles des Wurms das vordere Marksegel nicht glatt zerrissen und ein wenig Kleinhirnsubstanz als kurze dünne Deckscheibe des vorderen Endes des Ventrikels zurückgeblieben war. Einem solchen Übelstande lässt sich sehr wohl noch bei der Operation abhelfen, indem man den verbliebenen Rest zugleich mit dem hinteren Theile des Wurms entfernt. Aber immerhin läuft man dabei Gefahr, die Partie unter den Vierhügeln zu verletzen, und man kann nach meinen Erfahrungen den kleinen Rest auch stehen lassen, ohne dass der Versuch dadurch an Werth verliert.

Für die halbseitige Exstirpation ging ich so vor, dass ich — nach Eröffnung des Schädels über dem Wurm und einer Hemisphäre — in derselben Weise, wie bei der Totalexstirpation, die eine Hemisphäre entfernte und vom hinteren Ende des Wurms her den Rest des gleichseitigen Kleinhirnstieles durchschnitt. Bei einer Reihe der Versuche habe ich es dabei bewenden lassen. Bei der anderen Reihe fügte ich noch die Exstirpation der gleichseitigen Hälfte des Wurms hinzu, indem ich diesen von der Convexität aus in der Medianebene gegen das an seine untere Fläche angelegte Stäbchen hin glatt durchschnitt, und zwar zunächst in seinem hinteren Theile und nach Loslösung des beiderseits frei gewordenen Stückes auch in seinem, mit dem Messer etwas nach hinten gezogenen vorderen Theile. Es hat mir aber nicht gelingen wollen, die Durchschneidung am vorderen Theile gänzlich durchzuführen, ohne dass ich Nebenverletzungen machte, und ich habe mich deshalb dazu verstehen müssen, das vorderste unterste Stück des Wurms ungetheilt zurückzulassen. Schwerlich ist dadurch die Ungenauigkeit, die diesen halbseitigen Exstirpationen ohnedies schon infolge der groben Halbirung des Wurms und der wechselnden Schädigung seiner zu erhaltenden Hälfte anhaftete, wesentlich erhöht worden.

Die operirten Thiere[1] habe ich ohne besondere Vorkehrungen in Käfigen und Kisten, auch frei im Zimmer und soweit als möglich unter

[1] Die Hunde waren mittelgross, ca. 1 Jahr alt und ca. 6 kg schwer; die Affen waren ansehnlich grosse und recht kräftige Makaken (*Rhesus*).

meinen Augen gehalten und in einer ansehnlichen Zahl durch mehrere Wochen, in einer kleineren Zahl durch mehrere Monate (bis zu 16 Monaten) beobachtet. Die kurzlebigen Thiere gingen meist dadurch zugrunde, dass sie, während sie von selber nur selten und wenig sich bewegten, für die Zwecke der Untersuchung zu grösseren und längeren Bewegungen veranlasst wurden. Infolge ihrer Ungeschicktheit schlugen sie beim Fallen und Stürzen früher oder später einmal so heftig mit dem Kopfe auf, dass Hirnblutungen und epileptische Anfälle oder chockartige Zufälle die Folgen waren; seltener erschienen sie nur übermässig aufgeregt und angestrengt, liessen in der Nahrungsaufnahme nach und verfielen auffällig rasch. 2—3 Wochen nach der Operation war die Wunde per primam verheilt. Nach der Totalexstirpation war die Dura mit dem Bindegewebe an der unteren Seite der die Schädelöffnung bedeckenden Nackenmuskeln verwachsen, und so war über den freigelegten Hirntheilen, die das normale Aussehen darboten, eine geschlossene enge, nur ein wenig Cerebrospinalflüssigkeit enthaltende Höhle hergestellt. In den Fällen halbseitiger Exstirpation war die erhaltene Kleinhirnhälfte nach der Exstirpationsseite hin verschoben und die schief gestellte Schnittfläche des Wurms mehr oder weniger mit der duralen Narbe verwachsen.

3.

Wie nach den älteren Erfahrungen zu erwarten stand, erwies sich auf den Gesichtssinn, den Gehörssinn, den Geschmackssinn, den Geruchssinn und weiter die psychischen Functionen der Verlust des Kleinhirns ohne Einfluss, ebenso auf die vegetativen Functionen, und fielen lediglich in den Bereich der Motilität und Sensibilität die Störungen, die an den Thieren zur Beobachtung kamen. Doch geben die vorliegenden Angaben und Versuchsprotokolle weder ein überall zutreffendes noch insbesondere ein zureichendes Bild von den Störungen, und ich will deshalb zunächst das Verhalten der Thiere schildern, wie es nach glücklich durchgeführter Totalexstirpation in regelmässiger Wiederkehr und bei Hund und Affen in grosser Übereinstimmung sich zeigte.

Der für die Operation mit Aether narkotisirte Affe machte, sobald die Narkose sich verlor, mit anfangs langen, später kürzeren Pausen oft wiederholte Versuche, sich aus der Seitenlage zu erheben, mittels kurzer, zunächst schwacher, dann stärkerer Bewegungen von Kopf, Rumpf und Extremitäten. Doch was man sonst, auch nach grossen Eingriffen, bald folgen sieht, dass der Affe zum Sitzen kommt und sitzen bleibt, trat hier nicht ein. Zunächst fiel der Affe immer wieder in die Seitenlage zurück, ehe es ihm gelang, sich in die Brustbauch-

lage zu bringen und darin sich zu behaupten; wenn er in der Folge auf den Armen sich erhob, fiel er alsbald wieder in die Brustbauch- oder Brustbeckenlage nieder; und stellte er sich weiterhin vorn auf die Arme und setzte er die Beine in Bewegung, so fiel er sogleich nach der einen oder anderen Seite um, zuweilen auch schief hintenüber auf die Seite, so dass der Kopf, der vorher vorn sich befand, hinten zu liegen kam und umgekehrt. Auch wenn zum Beginn der Bewegung die Hand einen Gitterstab erfasst hatte, war es ebenso: die Hand ging mit dem Rumpfe abwärts. Früher oder später liessen dann die vergeblichen Aufstehversuche nach, und der Affe verblieb in der vollen oder mehr zur Seite geneigten Brustbauch- oder Brustbeckenlage bei normaler Haltung der Körpertheile. So fand man ihn wieder am Morgen nach der Operation und immer wieder in den folgenden Tagen, wenn er sich selbst überlassen blieb. Er bewegte nur öfters den Kopf oder eine Extremität und veränderte hin und wieder seine Lage derart, dass er zwischen der vollen und der mehr nach rechts und der mehr nach links geneigten Brustbauch- und Brustbeckenlage wechselte und sich auf dem Boden hierhin oder dorthin etwas verschob, besonders um die vorgelegte Nahrung mit den Händen fassen zu können. Den Lagewechsel vollführte er dabei nach rechts, indem er in der Regel ein Stück rechtsherum, selten linksherum rollte[1], und nach links, indem er in der Regel ein Stück linksherum, selten rechtsherum rollte.

Aber zu grösseren Bewegungen kam es jedesmal, wenn der Affe, weil er sich bedroht sah oder glaubte, in Angst oder Zorn gerieth. Manchmal schon, wenn erst 6—8 Stunden seit der Operation verflossen waren, brachte er sich aus der Lage am Boden, unter einer kleinen Drehung um die Längsachse nach dieser oder jener Seite, in die Sitzstellung, entweder auf einen Ruck oder unter raschem Hin- und Herschwanken von Rumpf und Kopf, so dass der Kopf heftig an die Wand schlug; selten einmal stellte er sich blitzschnell auf den vier Extremitäten auf. Regelmässig schlug er dann, kaum dass er stand, nach der Seite um oder in die Brustbauchlage nieder; und manchmal fiel er auch, kaum dass er sass, nach hinten oder vorn oder zur Seite auf den Boden. Hatte er jedoch, indem er sich zum Sitzen erhob, wie es meist geschah, zugleich mit einer oder beiden Händen das Gitter erfasst oder die Anlehnung eines Rumpftheiles an eine Wand des Käfigs gefunden, so blieb er für kurze Zeit in der Sitzstellung mit convexem Rücken und gesenktem Kopfe

[1] Die Richtung des Rollens, der mit einer Drehung um die Längsachse verbundenen Locomotion, bezeichne ich nach der Seite des Thieres, nach der hin die Bewegung erfolgt, wenn man auf den Rücken des Thieres sieht.

und fiel erst, wenn er sich bewegte oder die Hand vom Gitter liess, plötzlich um oder sank allmählich in sich zusammen und auf den Boden herab. Am Tage nach der Operation konnte unter denselben Umständen der Affe schon länger in der Sitzstellung sich halten. Auch stellte er sich am Gitter, die Stäbe hoch oben mit den Händen umfassend, auf den Beinen auf oder kletterte an den Stäben auf- und abwärts, gewöhnlich mit Kopf und Rumpf stark schwankend und mit dem Kopfe an das Gitter schlagend. Öfters, war er so emporgeklettert, trat er vom Gitter auf die Querstange des Käfigs über, bewegte sich auf ihr verschiedentlich und kletterte wieder am Gitter herunter oder legte sich auf die Stange und liess sich von ihr herab, mit den Händen sich an der Stange haltend, bis die Füsse auf dem Boden waren. Dass er nach Affenart vom Boden auf die Stange und umgekehrt sprang, kam nicht vor. Auf den Fussboden des Zimmers gelegt, brachte er sich sofort auf die Extremitäten und begann zu gehen; und er ging höchst ungeschickt, halbhoch oder — vorn und hinten oder nur vorn — hoch den Rumpf tragend, die Extremitäten in abnormer Reihenfolge und mit abnormen Pausen vorbewegend und mannigfach verschieden aufsetzend, bei jedem Schritte umfallend und sich sogleich wieder erhebend, bis er die Zimmerecke oder die Rückseite der Käfige, wo er sich sicher glauben konnte, erreicht hatte und sich in Brustbauchlage niederliess. War er vorher an einen Tischfuss oder ein Gitter gelangt, so fasste er an und stellte sich auf, kletterte auch zuweilen, ging jedoch bald gleichfalls zur Brustbauchlage am Boden über. Der Affe konnte bei solchem Gehen ein paar Meter zurücklegen; aber bei so langem Wege unterbrach er mehrmals das Gehen, indem er, nachdem er gefallen, für kurze Zeit in Brustbauchlage blieb, und war er schliesslich sehr erschöpft; seine Bedrohung hatte jetzt zunächst nicht mehr zur Folge, als dass er sich erhob, ein paar Beine setzte und umgesunken liegen blieb, und führte erst nach längerer Zeit ein neues Gehen herbei. An den folgenden Tagen gewannen die Bewegungen des Affen an Grösse und Geschwindigkeit. Aus dem ungeschickten Gehen wurde ein ungeschicktes, schwankendes, hüpfendes oder sprungweises Laufen, wobei der Affe, nachdem er die Beine nach vorn gebracht hatte, für einen Moment zum Sitzen kam, ehe er die Arme vorstreckte; und das Umfallen und das Pausiren in Brustbauchlage wurden seltener, wenn sie auch immer noch häufig erfolgten. Gerieth der Affe bei seinem Laufen an die Wand, den Schrank, den Käfig, so blieb er angelehnt längere Zeit sitzen, bis ihn eine Bewegung, die er machte, umfallen liess. Aus solchem Sitzen, aber auch inmitten des Laufens, versuchte er zuweilen mit einem mächtigen Hochsprunge auf den Schrank, den

Stuhl, das Fensterbrett zu kommen, aber obwohl er hoch genug sprang, erreichte er nie sein Ziel und stürzte davor oder daneben zu Boden.

Etwa 10 Tage nach der Operation wurde der Affe, der bis dahin nie von selber aus der Lage am Boden sich erhoben hatte, frei im Käfig sitzend gefunden, auf einen oder beide Arme gestützt, und fortan verblieb er in der Sitzstellung, in der er bald auch jeder Unterstützung seitens der Arme entbehren konnte. Allerdings schwankte er manchmal vorübergehend hin und her; und gelegentlich fiel er auch um, zuerst öfter, dann seltener, aber jedesmal kehrte er sogleich vom Boden in die Sitzstellung zurück. Er liess sich auch auf den Boden herab, um Milch aus dem Napfe dort zu trinken, aber nachdem er getrunken hatte, war er alsbald wieder in der Sitzstellung. Nur wenn er durch das Laufen im Zimmer übermüdet in den Käfig zurückgesetzt war, behielt er längere Zeit die Brustbauchlage bei, ehe er sich aufsetzte. Und ähnlich wie in seiner früheren Lage am Boden, war sein Verhalten in der neuen Sitzstellung: sich selbst überlassen, bewegte er öfters den Kopf und die Extremitäten, hin und wieder den Rumpf, verschob sich auch auf seinem Platze ein wenig, aber grössere Bewegungen machte er nicht; und nur wenn er sich bedroht sah und so lange er in Angst war, stellte er sich am Gitter auf, kletterte er u. s. w.

Um dieselbe Zeit, wie im Käfig, trat beim Gehen und Laufen im Zimmer als Ruhestellung an die Stelle der Brustbauchlage die Sitzstellung: in den kurzen Pausen, die er während eines längeren Weges machte, wie zum Schlusse des Gehens blieb jetzt der Affe frei sitzen. Fiel er um, so setzte er sich sogleich wieder auf; aber ohne Noth machte er noch keinen Schritt. Selbst die Lieblingsspeise am Boden in etwas grösserer Entfernung, als dass er sie mit der Hand erreichen konnte, vermochte ihn vorerst nicht zum Gehen zu verlocken; es geschah dann nur, dass der Affe sich in Brustbauchlage niederliess, sich soweit als nur möglich streckte und auch mit den Beinen etwas vorwärts schob, um das Stück zu gewinnen. Doch schon an einem der nächsten Tage bewog ihn die Mohrrübe, einen oder ein paar Schritte zu gehen; immerhin prägte sich, wie schwer ihm das Gehen wurde, darin aus, dass er nicht an das Stück heranging, bis er es bequem mit der Hand fassen konnte, sondern, sobald er einigermaassen in die Nähe gekommen war, sich wieder niederliess, sich aufs äusserste streckte und den Arm reckte, bis er das Stück knapp mit der Hand erreichte. Waren etwa 15 Tage seit der Operation verflossen, so holte sich der Affe mit schwankendem Gange, ohne zu pausiren, die Mohrrübenstücke schon aus 2—3 Meter Abstand, und jetzt kam es auch gelegentlich einmal vor, dass er einige Schritte ohne erkennbaren äusseren Anlass ging.

Der in der Morphium-Aether-Narkose operirte Hund verblieb, wenn er nicht gestört wurde, am Tage nach der Operation schlaff auf der Seite liegend in ruhigem Schlafe oder machte nach Ablauf der Aethernarkose zeitweilig unter Wimmern kurze Bewegungen derart, dass der Kopf nach dem Nacken zurückging und die Beine sich streckten, zuweilen auch die Hinterbeine wie beim Gehen abwechselnd sich beugten und streckten. Äusserst selten geschah es, dass er auch in den Pausen zwischen diesen Bewegungen einmal den Kopf hob und drehte oder ein Vorder- oder Hinterbein beugte und streckte. Am nächsten Tage aber, wenn auch die Morphiumnarkose sich verloren hatte, machte er regelmässig, manchmal unter Winseln und Schreien, Versuche, sich aus der Seitenlage zu bringen und zu erheben, spärliche oder häufigere, doch auch im letzteren Falle nicht gerade zahlreiche, dabei in unregelmässigem Wechsel schwache und kräftige Versuche, die alle erfolglos waren. Und diese Versuche setzte er durch die folgenden Tage mit längeren, oft viele Stunden langen Pausen fort. Es war alles ebenso, wenn er auf der rechten Seite lag, wie wenn er sich in der linken Seitenlage befand, nur dass in der Richtung der Bewegungen immer rechts mit links und links mit rechts vertauscht waren; und wir wollen ihn in der linken Seitenlage annehmen, um seine Bewegungen zu übersehen. Die Regel war, dass er den Kopf hoch nach rechts und mehr oder weniger weit nach hinten nahm und danach Rumpf und Beine in Bewegung setzte. Entweder hob er auf den schief nach vorn gestellten Vorderbeinen die Brust empor und zog schliesslich, mit oder ohne Drehung des Beckens rechtsherum, die Hinterbeine unter den Bauch; oder, was selten geschah, er brachte zuerst die Hinterbeine unter den Bauch und suchte zuletzt sich vorn aufzustellen. Immer schlug er dann bei der letzten Bein-Bewegung um und fiel entweder in die linke Seitenlage zurück oder, rechtsherum rollend, in die rechte Seitenlage über oder hin und wieder auch, wenn er sich vorn ansehnlich hoch erhoben hatte, rücklings hintenüber in die eine oder die andere Seitenlage. Wo er ausnahmsweise den Kopf am Boden liess oder nur wenig hob, war es das Häufigste, dass er bei etwas nach vorn verstellten Vorderbeinen oder an den Bauch gezogenen Hinterbeinen, mit den Beinen strampelnd, sich im Kreise um die linke Beckenseite ein Stück rückwärts am Boden verschob. Anderenfalls drehte er den Kopf etwas nach links, brachte die Vorderbeine nach vorn, zog, unter Drehung des Beckens rechtsherum, die Hinterbeine unter den Bauch und fiel sogleich, rechtsherum rollend, in die rechte Seitenlage über. Neben alledem kam es vereinzelt vor, besonders am Tage nach der Operation, dass er zuerst den Kopf etwas nach rechts drehte, dann den Rumpf etwas linksherum drehte, so

dass der Bauch mehr oder weniger nach oben sah, und mit den Beinen in der Luft strampelnd, linksherum in die rechte Seitenlage rollte.

Erst 1½—2 Wochen nach der Operation kam der Hund dahin, dass er sich für die Dauer in der normalen Brustbauch- oder Brustbeckenlage, nur zeitweise etwas hin und her schwankend, behaupten und von ihr aus weitere Versuche unternehmen konnte. Aufregungen des Hundes verfrühten nicht merklich den Termin, wenn auch, sobald der Hund in Angst oder Zorn gerieth — was in den ersten Tagen nach der Operation schon Anfassen, zuweilen schon das blosse Beobachten des Hundes, später bei der Zahmheit des Thieres erst Kneipen des Schwanzes u. dergl. herbeiführten —, jedesmal die Bewegungen rascher und grösser waren und manchmal mehrere Bewegungen gleicher oder ungleicher Art sich eng an einander reihten. Fortan aber beschleunigten Aufregungen und Anregungen sichtlich den Fortschritt. Zunächst allerdings schlug der Hund, kaum dass er sich auf die Beine gestellt hatte, um. Nur wenn er sich so erhob, dass er sich mit einer Rumpfseite an die Wand, den Schrank u. dergl. lehnte, konnte er eine Weile stehen oder sitzen, bis eine Bewegung, die er machte, ihn umfallen liess. Aber bald verband er unmittelbar mit der Hebung die Vorwärtsbewegung des Rumpfes: und nachdem er einigemal auf den Dorsalseiten der Vorderfüsse oder auf den Vorderarmen gerutscht war, machte er mit Vorder- und Hinterbeinen einen ersten ungeschickten Schritt. Er fiel sogleich um und verharrte lange in der Brustbauch- oder Brustbeckenlage. Doch liess er sich durch zerstreute Fleischstücke am Boden zu immer neuen Schritten bewegen, wofern er die Stücke nicht auf die Weise erreichen konnte, die er bevorzugte, dass er sich auf dem Boden lang ausstreckte und reckte und nöthigenfalls noch mit den Hinterbeinen vorwärtsschob. Und mit der Zeit beschleunigten sich die Schritte, die auch hüpfend oder sprungartig sich gestalteten, und schlossen sie sich mehr an einander, so dass es weniger oft zum Umfallen kam; zugleich wurden die Pausen, die mit dem Umfallen verknüpft waren, immer kürzer, bis nur noch nach einer Anzahl von Schritten der Hund einige Zeit liegen bleiben musste, ehe er wieder zu gehen imstande war. Wenn 3—4 Wochen seit der Operation verflossen waren, konnte der Hund rasch 2—3 Meter nach dem Fleischstücke oder nach dem gewohnten Ruheplatze gehen, schwankend und wiederholt umfallend — allermeist zur Seite, hin und wieder kopf- oder hintenüber —, aber sofort sich wieder aufrichtend, mit Abnormitäten in der Haltung des Rumpfes wie im Vorbewegen und Aufsetzen der Beine.

Des weiteren besserten sich Gehen und Laufen, gleichmässig beim Hunde und beim Affen, indem es immer seltener zu einem wirk-

lichen Umfallen kam. Die Thiere fielen wohl noch nach rechts und nach links über, aber sie schlugen dabei zunächst nicht mehr regelmässig in die Seitenlage um, sondern berührten meist nur für einen Moment mit der Schulter oder dem Becken den Boden, ehe sie sich erhoben, und später erreichte der fallende Rumpf sogar meist gar nicht mehr den Boden, sondern kehrte schon, wenn er sich diesem mehr oder weniger genähert hatte, in die Höhe zurück. Der anfängliche schwankende Gang mit häufigem Umfallen wandelte sich so in einen torkelnden oder taumelnden Gang mit seltenem Umfallen um, der dem des Betrunkenen ähnelte. Zu gleicher Zeit nahmen die Ruhepausen, die bei einem längeren Wege der Hund in der Brustbauchlage, der Affe in der Sitzstellung machte, mehr und mehr an Zahl und Dauer ab. Auch setzten sich die Thiere öfter in Bewegung und bewegten sich ungezwungener. Die Hunde suchten einander auf, um zu spielen, und gingen beriechend und beleckend der eine um den anderen herum. Sie stellten sich in und an den hohen Kisten, die ihnen als Lager dienten, mit einem Ruck hoch auf den gestreckten Hinterbeinen auf, legten die Vorderbeine auf den Rand der Kiste und warfen sich heraus oder hinein; war einem Hunde die Kiste zu hoch, so kletterte er noch oder strampelte er sich mit den Beinen empor, bis er sich hinüberwerfen konnte. Die Affen liefen zu den Käfigen der Genossen, um sitzend oder am Gitter hängend sich krauen zu lassen, und veränderten viel ihre Stellung, drehten und wanden sich, gerade wie es noth that, um immer neue Stellen ihres Pelzes unter die reinigenden Hände zu bringen. Und dergleichen mehr. Aber die Besserung, die in der ersten Woche rasch fortschritt, verlangsamte sich auch rasch in den nächsten Wochen und war beim Affen etwa 5 Wochen, beim Hunde 7—10 Wochen nach der Operation im wesentlichen abgeschlossen. Die Thiere blieben, auch wenn sie noch viele Monate länger lebten, mit unversehrten verglichen, weniger beweglich: nicht nur nahmen sie seltener Ortsveränderungen vor, sondern sie bewegten auch in der Ruhestellung, der Affe im Sitzen, der Hund in der Brustbauch- oder Brustbeckenlage, mit Ausnahme des Kopfes weniger die Körpertheile. Gelegentlich schwankten sie in der Ruhestellung hin und her, und es kam sogar vor, dass der Affe aus dem Sitzen zu Boden fiel. Zum freien Stehen kam es beim Affen nicht, da er sich immer sogleich setzte, und beim Hunde nur in seltenen Fällen, wenn gerade alle seine Beine in starker Abduction auf dem Boden standen, aber dann auch meist nur für kurze Zeit, indem das drohende Fallen ihn zum Gehen antrieb; mit einer Seite des Rumpfes gegen die Wand, den Schrank gelehnt, konnte der Hund länger stehen und sitzen, doch kam er früher oder später ins Schwanken

und setzte sich in Bewegung. Der Gang der Thiere blieb taumelnd und in der Haltung des Rumpfes wie in der Bewegung der Beine ungeschickt und unregelmässig. In raschem Gehen oder Laufen konnten die Thiere ununterbrochen mehrere Zimmer durchmessen, aber gewöhnlich nahmen sie schon nach kürzeren Wegen, wenigstens für eine Weile, wieder die Ruhestellung ein — der Hund, indem er sich in die Brustbauchlage nicht niederlegte, sondern niederfallen liess —, oder fielen sie sogar, der Hund häufiger als der Affe, um. Unter passender Anregung liessen sie sich durch 10—15 Minuten mit kurzen Ruhepausen im Gange erhalten, aber je später, je mehr taumelten sie, und desto häufiger fielen sie um, und schliesslich waren sie erschöpft. Liefen sie in Aufregung sehr rasch, so stellten sich das häufige Umfallen und die Erschöpfung schon früher ein. Das Umfallen erfolgte gerade so, wie von Anfang an, allermeist zur Seite, manchmal hintenüber, hin und wieder vornüber, und oft schlugen die Thiere heftig auf den Boden auf; fielen sie so zur Seite, z. B. nach links um, dass sie über die linke Seitenlage hinaus einigermaassen auf dem Rücken zu liegen kamen, die Beine schief nach oben in der Luft, so brachten sie sich meist durch Rollung rechtsherum in die linke Seitenlage, zuweilen aber auch durch Rollung linksherum in die rechte Seitenlage, ehe sie sich erhoben. Waren den Hunden die Augen verbunden und hatten sie sich über den Verband beruhigt, so war ihr Verhalten nicht weiter verändert, als dass sie langsamer gingen und nicht lange dieselbe Richtung einhielten, sondern in Bögen rechtsum und linksum sich bewegten. Liess man die frei im Zimmer gehaltenen Hunde längere Zeit im engen Käfig verbleiben, in dem sie so gut wie immer lagen, so war ihr Gang danach zunächst schlechter als zuvor, ungeschickter und stärker taumelnd, und besserte sich wieder mit der Zeit.

4.

Die Störungen, die sich an den kleinhirnlosen Thieren fanden, sind damit nicht erschöpfend dargelegt, es wird vielmehr in der Folge noch vielerlei beizubringen sein, aber mit dem geschilderten Verhalten der Thiere ist eine passende Grundlage für die weitere Untersuchung und Betrachtung gewonnen.

Seitdem Magendie die Säugethiere nach Verstümmelungen des Kleinhirns sich überschlagen, rollen u. s. w. sah, sind den Physiologen »Zwangsbewegungen« und Kleinhirn in der Vorstellung eng verbunden geblieben; und auf den Zwangsbewegungen, die wegen des baldigen Todes der Thiere allein zur Beobachtung gekommen waren, haben sich sogar Theorien der Function des Kleinhirns aufgebaut. Dem ent-

gegen hat die LUCIANI'sche Untersuchung an langlebigen Hunden und Affen den Zwangsbewegungen für die Erkenntniss der Kleinhirnfunction erst die zweite Stelle hinter den Erscheinungen, die nach ihrem Ablaufe sich darbieten, zugewiesen. In diesen späteren Erscheinungen erkannte Hr. LUCIANI[1] die wahren Ausfallserscheinungen, d. h. die Erscheinungen, die den Defect oder Ausfall der Kleinhirnfunction zum Ausdruck bringen, — in Verbindung mit bald hinzutretenden compensatorischen Erscheinungen infolge einer organischen Compensation seitens der unversehrt gebliebenen Kleinhirntheile, bestehend in einer allmählichen Abschwächung der Ausfallserscheinungen, oder infolge einer functionellen Compensation seitens anderer Gehirncentren, bestehend in abnormen, den Ausfallserscheinungen begegnenden und sie theilweise ausgleichenden Bewegungen. Und in den Erscheinungen, die in der ersten kurzen Zeit nach der Verstümmelung den Ausfallserscheinungen vorausgehen, sah er Reizerscheinungen, d. h. Erscheinungen, in denen die Kleinhirnfunction gesteigert zum Ausdruck kommt infolge der Reizung des Kleinhirnstieles durch den operativen Angriff und die demnächstige Entzündung.

Mit Hrn. LUCIANI's Bewerthung der späteren Erscheinungen stimmten die nachfolgenden Untersucher überein. Aber mit guten Gründen, schon mit der langen Dauer der Zwangsbewegungen, bestritten Hr. FERRIER[2], Hr. THOMAS und Hr. LEWANDOWSKY, dass es sich bei diesen Erscheinungen um die Folgen einer Reizung handele, und Hr. LUCIANI erkannte auch den Widerspruch soweit als berechtigt an, dass er seine »Reizerscheinungen« neuerdings nach Hrn. FERRIER's Vorschlag mehr objectiv als »dynamische Erscheinungen« bezeichnete. In welcher Art diese Erscheinungen zustande kommen, darüber hat Hr. FERRIER eine Erklärung zu geben nicht versuchen mögen. Hr. THOMAS[3] hat sie kurzer Hand gerade so wie das Fallen und Schwanken dem Ausfall der Innervation seitens des das Gleichgewicht erhaltenden Centrums, als das er das Kleinhirn ansieht, zugeschrieben. Hr. LEWANDOWSKY[4] hat sie gleichfalls als Ausfallserscheinungen angesprochen, aber die THOMASsche Auffassung unzureichend und unverständlich gefunden; er hat die Zwangsbewegungen als einen Symptomencomplex eigener Ordnung, den er beim Affen zum Schwindel in Beziehung brachte, von den übrigen Erscheinungen nach Kleinhirnverletzungen abgetrennt und bei seiner Theorie der Kleinhirnfunction nicht weiter berücksichtigt. Endlich hat Hr. LUCIANI[5] nach Erwägung von allem Vorgebrachten den Schwindel als Ursache der Zwangsbewegungen und überhaupt der dy-

[1] Cerv. 17, 166. — Klh. 281, 284. [2] BRAIN, 17. 1894. 7. [3] A. a. O. 325—6. [4] A. a. O. 145—8, 151—4. [5] Klh. 287—9. (Vgl. Cerv. 176—8.)

namischen Erscheinungen hingestellt und damit geschlossen, dass die Entstehung der dynamischen Erscheinungen noch in ein Geheimniss gehüllt sei, und dass es sehr zweifelhaft sei, bis zu welchem Grade sie von dem Reizzustande oder von der Lähmung der Faserbündel der Kleinhirnstiele abhängen.

Die Schwierigkeiten, welche die Zwangsbewegungen so lange bereitet haben, hat man sich aber selber geschaffen, indem man die Zwangsbewegungen unmittelbar von den Verstümmelungen abhängig sein liess.

Nach Hrn. Luciani[1] sind die dynamischen Erscheinungen nach der Totalexstirpation des Kleinhirns: Erregung, Unruhe und Schreien des Thieres; Opisthotonus, d. h. Krümmung der Wirbelsäule, besonders des Halses und des Kopfes nach rückwärts; beim Hunde tonische Streckung, beim Affen tonische Beugung der beiden vorderen Extremitäten mit abwechselnden klonischen Bewegungen der hinteren Gliedmaassen; beiderseitige Convergenz der Augäpfel; Neigung rückwärts zu gehen, zu fallen und nach hinten zu stürzen. Und diese Erscheinungen verschwinden nach und nach, beim Hunde im Mittel in 8—10 Tagen, beim Affen, bei dem sie auch von geringerer Intensität sind, in noch kürzerer Zeit. Aber diese Angaben bedürfen der Berichtigung. Nur Thiere, bei denen sich schon anderweitig zu erkennen giebt, dass Nachbarorgane des Kleinhirns geschädigt sind, zeigen eine Störung in der Stellung und Bewegung der Augen, wie denn auch die HH. Ferrier und Turner[2] und Hr. Russell[3] bei ihren Affen weder Strabismus noch Nystagmus gesehen haben und Hr. Luciani selber nur manchmal[4] die Convergenz beobachtet hat. Ferner stellt sich, wie bereits Hr. Ferrier hervorhob, tonische Beugung der Arme beim Affen nicht ein; es ist mir überhaupt bei allen meinen mannigfaltigen Kleinhirn-Versuchen an Affen nur ein einziges Mal, wo nach beiderseitiger Verstümmelung Brechbewegungen anzeigten, dass Nebenverletzungen stattgehabt hatten, eine tonische Beugung des einen Armes für etwa ½ Stunde Dauer unmittelbar nach der Operation vorgekommen. Ebenso wenig findet sich der Opisthotonus beim Affen. Und Erregung, Unruhe und — beim Hunde — Schreien treten an den Thieren, wenn man sie nicht stört und reizt, lediglich in einer ersten, kürzeren oder längeren Zeit bei und nach ihrem Erwachen aus der Narkose auf, wenn sie sich zu erheben suchen, und nicht anders als bei solchen Thieren, die infolge einer ganz andersartigen Verstümmelung ihres Centralnervensystems ebenso vergebens sich bemühen, aus ihrer unnatürlichen Seitenlage herauszukommen; später verhalten sich unsere

[1] Klh. 283—4. — Cerv. 168, 170. [2] A. a. O. 725, 722. [3] A. a. O. 857.
[4] Cerv. 168.

Thiere sogar auffallend ruhig. Zu den dynamischen Erscheinungen, die danach übrig bleiben, dem Opisthotonus und der tonischen Streckung der Vorderbeine beim Hunde, der Neigung rückwärts zu gehen, zu fallen und nach hinten zu stürzen beim Hunde und beim Affen, tritt dann aber noch das Rollen hinzu. Dass für den Fall der Totalexstirpation Hr. LUCIANI das Rollen nicht vermerkt, Hr. RUSSELL[1] sogar sein Fehlen betont hat, ist selbst bei der kleinen Zahl ihrer Versuche nur verständlich, wenn sie unter dem Rollen des Thieres bloss eine solche Drehung um seine Längsachse verstanden, bei welcher der Bauch nach oben kam: denn so ist es allerdings nur selten beim Hunde und noch seltener beim Affen zu sehen, wenn man nicht die Thiere in den ersten Tagen nach der Operation reizt. Doch kommt das Rollen eben auch in dieser Weise vor und nur häufiger in der anderen, bei welcher der Rücken des Thieres oben bleibt, wie meine Schilderung zeigt: und es kann dem Verdachte, die Folge asymmetrischer Exstirpation zu sein, bei meinen Erfahrungen nicht bloss wegen der Vollkommenheit der Exstirpation, sondern auch deshalb nicht unterliegen, weil es bei demselben Thiere ebensowohl rechtsherum wie linksherum erfolgte.

An sich können nun wohl Rollen, Hintenüberstürzen, Rückwärtsgehen und tonisches Strecken von Wirbelsäule und Vorderextremitäten, die nach einer Schädigung des Centralnervensystems auftreten, den Eindruck von abnormen Bewegungen machen, die den gegebenen Fall charakterisiren: und unter diesem Eindrucke hat man sich bisher mit den »Zwangsbewegungen« befasst und sie ihrer Eigenart entsprechende Reizungen oder Lähmungen anzeigen oder auch auf Schwindel und besondere Triebe hinweisen lassen. Aber in ihrem wahren Werthe geben sich die Zwangsbewegungen erst in Verbindung mit den anderen Abnormitäten zu erkennen, und deshalb habe ich oben für unseren Fall die genauere Schilderung der Vorgänge gegeben. Da sieht man das Thier, wenn es aus der Narkose erwacht, naturgemäss versuchen, aufzustehen und zu gehen oder wenigstens aus der unerträglichen Seitenlage in die gewohnte Ruhestellung überzugehen: und da ihm dies nicht alsbald gelingt, kann es nicht mehr im Vollbesitze der zweckmässigen Mittel sein, die es vorher dafür besass. Im Bestreben, doch sein Ziel zu erreichen, verwendet nun das Thier in mannigfaltiger Weise ausser dem Reste der zweckmässigen auch andere mehr oder weniger unzweckmässige und überhaupt alle Mittel, die ihm noch zu Gebote stehen: und so stellen sich vielerlei ungeschickte und ungewöhnliche Bewegungen ein, unter ihnen im bunten Wechsel und

[1] A. a. O. S. 860. 852.

ohne engeren Zusammenhang mit einander die Zwangsbewegungen. Nur mittelbare Folgen der Verstümmelung sind also die Zwangsbewegungen, und so wenig bringen sie an sich die vorliegenden Störungen zum Ausdruck, dass sie vielmehr gerade umgekehrt anzeigen, was ungestört geblieben ist.

Nehmen wir die auffälligste unter den Zwangsbewegungen, das Rollen. Ich gab oben S. 451 für das Operiren vor, dass beim Emporheben des hinteren Theiles des Wurms beiderseits der Rest des Kleinhirnstieles etwas schief nach aussen oben zu durchschneiden ist. Verfährt man nicht demgemäss und führt man die Schnitte horizontal, so missglückt der Versuch, weil man die seitlichen Theile der Medulla oblongata oberflächlich verletzt; und man erhält Thiere, die sich von den beschriebenen wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie nach der Verstümmelung gar nicht mehr oder nur wenig und schlecht sich vom Boden zu erheben und erst recht nicht sich auf den Beinen zu erhalten vermögen.[1] Zeitlebens — ich habe es beim Affen durch mehr als 4 Wochen beobachten können — drehen sich diese Thiere, am Boden liegend, wenn sie sich in eine andere Lage, aus der Seitenlage in die Brustbauchlage oder in die andere Seitenlage, bringen wollen oder wenn sie sich fortbewegen wollen und nicht durch Strampeln mit den Extremitäten sich am Boden verschieben, im Bogen, im Halbkreise, im Kreise oder mehrmals nach einander im Kreise um ihre Längsachse, einmal rechtsherum, ein andermal linksherum. Will man, so kann man von den Thieren zur Schilderung ihres Verhaltens sagen, dass sie Zwang oder Neigung zum Rollen zeigen. Aber falsch wäre es, zu meinen, dass ein Zwang oder eine Neigung zum Rollen wirklich die unmittelbar durch den Eingriff gesetzte Störung sei, dass eine Reizung von Vorrichtungen, die in der Norm das Rollen veranlassen, oder eine Lähmung von Vorrichtungen, die in der Norm dem Rollen entgegentreten, oder auch abnorme centrale Vorgänge, wie Schwindel, bestehen. Denn was man ohne weiteres sieht, dass die Fähigkeit, sich am Boden zu verschieben und zu rollen, erhalten, die Fähigkeit zu stehen, zu sitzen, zu gehen und überhaupt zu allen anderen Gesammtkörperbewegungen aufgehoben ist, macht es auch sogleich verständlich, dass die Thiere in ihrem Drange, sich zu bewegen, oftmals rollen; und deshalb ist nicht in Beziehung zum Rollen, sondern ausser jeder solchen Beziehung im Verluste der Fähigkeit zu stehen, zu gehen u. s. w. das Wesen der Abnormität der Thiere zu

[1] Eigens darauf gerichtete Versuche haben mir die Verletzung nicht der Corpora restiformia, sondern der Deiters'schen (und Bechterew'schen) Kerne hier von Bedeutung erscheinen lassen; doch wird erst die mikroskopische Untersuchung der Präparate einen zuverlässigen Aufschluss gewähren können.

erkennen. Ebenso aber, wie diese Thiere zeitlebens, verhalten sich unsere Thiere, bei denen die Totalexstirpation fehlerlos durchgeführt ist, in der ersten, beim Hunde längeren, beim Affen kürzeren Zeit nach der Exstirpation. Sie können zunächst gar nicht oder nur schwer vom Boden sich erheben, und sie rollen, einmal rechtsherum, ein andermal linksherum, wenn sie sich bewegen wollen; regt man sie stark auf, den Affen noch am Tage der Operation, den Hund in den ersten 2—3 Tagen, so kann man sie mehrmals nach einander im Kreise um ihre Längsachse sich drehen sehen.[1] Und in dem Maasse wie die Thiere mit der Zeit sich immer mehr und besser aufzurichten vermögen, tritt immer seltener bei ihnen das Rollen auf. Wir werden später (Kap. 9) sehen, wie auch das Rollen in immer derselben Richtung nach halbseitiger Exstirpation des Kleinhirns die Richtigkeit der Auffassung verbürgt.

Dasselbe, was vom Rollen, gilt vom Rückwärtsgehen, wie es zuweilen nach der Totalexstirpation zur Beobachtung kommt[2]: an dem in der Brustbeckenlage oder in der zur Seite geneigten Brustbauchlage befindlichen Thiere führen die Gehbewegungen der Extremitäten durch die Unwirksamkeit der unten liegenden Hinterextremität und durch die Richtung, in der die anderen Extremitäten mit ihrer Streckung den Rumpf fortstossen, eine Verschiebung des Thieres rückwärts im Kreise um die nach unten sehende Beckenseite herbei. Und so erledigt sich auch einfach das Hintenüberstürzen[3], da es wiederum sichtlich auf der Unfähigkeit des Thieres, sich normal aufzurichten, beruht: indem durch die Verschiebung der Vorderextremitäten nach vorn und ihre Streckung der Vorderkörper in der Richtung nach oben und hinten geführt wird und der Hinterkörper den Schwerpunkt nicht nur nicht durch Erheben vom Boden wieder nach vorn zurückbringt, sondern sogar noch dadurch, dass die in allen Gelenken gebeugten Hinterbeine vorbewegt und unter den Bauch gebracht werden, selber nach hinten verlagert, muss das Thier nach hinten umschlagen. Nur die Streckung von Wirbelsäule und Extremitäten beim Hunde verlangt noch eine besondere Betrachtung.

Normale Affen und Hunde, die plötzlich in Zorn gerathen, oder die erschrecken und nicht sogleich ihr Heil in der Flucht suchen, werfen den Kopf nach dem Nacken zurück und steifen Rücken und Extremitäten: sassen oder lagen sie, so nehmen sie die Haltung an, nachdem sie sich blitzschnell auf die Beine gestellt haben. Dieses

---

[1] Die derart aufgeregten Thiere sind ohne Ausnahme in den nächsten 2 Tagen zugrunde gegangen, und sie sind deshalb bei der Schilderung S. 453 nicht mit berücksichtigt. [2] S. oben S. 457. [3] S. oben S. 454 u. 457.

auch dem Menschen eigenthümliche »Auffahren« sieht man gelegentlich einmal ebenso bei dem kleinhirnlosen Affen: wenn er, wie ich es S. 454 beschrieb, erregt sich noch am Tage der Operation aufstellt, geht zugleich der Kopf nach hinten und wird der Rücken steif. Und nichts anderes als solches Auffahren haben der Opisthotonus und die tonische Streckung der Extremitäten zu bedeuten, die am Hunde nach der Totalexstirpation des Kleinhirns in der nächsten Zeit, nicht wesentlich länger als die Überwindung der Morphiumnarkose dauert, nach Berührungen, Geräuschen und anderen leichten Störungen zur Beobachtung kommen: sie treten nur öfter, als beim normalen Thiere, und in der Seitenlage auf, weil der Hund derzeit einerseits besonders empfindlich gegen Störungen ist, andererseits mit Aufstehbewegungen und Ortsveränderungen noch nicht oder erst auf starke Reizungen zu reagiren vermag. Dass dabei zuweilen die Hinterbeine abwechselnd sich beugen und strecken, dürfte als das erste Anzeichen von Bewegungen der letzteren Art anzusehen sein. Bewegt der Hund, wie es meist noch im Laufe des zweiten Tages der Fall ist, ganz frei den Kopf, hebt und dreht er ihn nach dem Beobachter, so kommt es nicht mehr zu Opisthotonus, nur noch zu tonischer Streckung der Vorderbeine.

Fortan trifft man durch mehrere Tage, bis der Hund die Seitenlage mit der Brustbauch- oder Brustbeckenlage vertauscht hat, nur selten und vorübergehend das eine oder das andere Vorderbein, noch seltener beide Vorderbeine gebeugt an: gewöhnlich stellen sich die Vorderbeine wie steife Stöcke in rechtem Winkel zum Rumpfe dar, nicht nur von Ansehen, sondern auch, wenn man nachfühlt, durch den grossen und oft nicht zu überwindenden Widerstand, den sie der Beugung in den grossen Gelenken entgegensetzen. Aber genaueres Zusehen lehrt, dass die Vorderbeine erst derart gestreckt werden und sich etwas verlängern, wenn der Beobachter herantritt, und nach einiger Zeit unter deutlicher Beugung der Glieder wieder etwas an Länge abnehmen, wenn der Beobachter sich ruhig verhält. Berühren des Hundes führt wie jedes sonstige Aufstören von neuem die tonische Streckung der Vorderbeine herbei. Trotzdem kann man, so oft man den Hund, nachdem man ihn eine Zeitlang ruhig beobachtet hat, gewissermaassen mit dem Ergreifen seines Fusses überrascht, sich überzeugen, dass das Vorderbein gewöhnlich in allen Gelenken leicht zu beugen ist, und die Streckung erst unter der Hand sich entwickeln fühlen. Macht der Hund einen Aufstehversuch, so strecken sich regelmässig die Vorderbeine, und steif werden sie zur Hebung des Vorderkörpers in einem Zuge oder strampelnd nach vorn verstellt. Es kann darnach sein, dass überall, wo es sich nicht um ein Auffahren handelt, die tonische

Streckung der Vorderbeine mit dem Versuche des Thieres, sich zu erheben, in natürlichem Zusammenhange steht. Jedenfalls aber ist die Stellung, in der die Vorderbeine sich gewöhnlich befinden, wenn sie sich auch als Streckstellung bezeichnen lässt, nicht schon eine tonische Streckung, wofür man sie gehalten hat, d. h. nicht schon eine tetanische Contraction der Beinmusculatur, — was ja auch durch ihre lange Dauer ausgeschlossen ist. Vielmehr ist sie die Ruhestellung der Vorderbeine an dem in der Seitenlage befindlichen Hunde, nachdem eine tonische Streckung der Vorderbeine ihr Ende gefunden hat, d. h. die Stellung, bei der sich nunmehr die elastischen Spannungen der ruhenden Beuge- und Streckmuskeln das Gleichgewicht halten. Dass die Vorderbeine dann lange in dieser Stellung verharren, findet darin seine Erklärung, dass derzeit nur höchst selten isolirte willkürliche Bewegungen der Vorderbeine vorkommen und die in langen Pausen auftretenden Gemeinschaftsbewegungen der Vorderbeine in der Regel durch Aufstehversuche veranlasst sind. Wenn der Hund sich aus der Seitenlage bringt, ohne dass er sich zu erheben sucht, so jedesmal wenn er derart rollt, dass der Bauch nach oben kommt, und oft wenn er sich am Boden verschiebt, sieht man die Vorderbeine sich ansehnlich beugen und strecken. Und ist es einmal in isolirter willkürlicher Bewegung zu einer grösseren Beugung des Vorderbeines gekommen, so sieht man auch das Vorderbein so lange in der Beugung bleiben, bis ein neuer Aufstehversuch von neuem die Streckstellung herbeiführt.

Die Erscheinungen, die man als dynamische oder als Zwangsbewegungen bezeichnet hat, sind also nichts weiter als die natürlichen Folgen der Unfähigkeit des Thieres, sich wie in der Norm aufzustellen und zu gehen, ja sogar seine gewohnte Ruhestellung einzunehmen, und lediglich diese Unfähigkeit hat für die erste Zeit nach der Totalexstirpation als deren Folge in Betracht zu kommen. Schon innerhalb der Zeit aber erfährt die Unfähigkeit eine Abnahme, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Wochen nach der Exstirpation hält das Thier seine gewohnte Ruhestellung ein, und in den folgenden Wochen schreitet die Besserung weiter und weiter fort, bis das Thier mit einer gewissen Unvollkommenheit und Ungeschicktheit gehen und laufen und auch, wenigstens für kurze Zeit, stehen kann. So sehen wir hier dasselbe wieder, das wir so häufig nach dem Fortfall eines Theiles des Centralnervensystems finden, dass der Verlust, den das Thier durch den Fortfall an seiner normalen Leistungsfähigkeit erlitten hat, durch die vermehrte und veränderte Thätigkeit der unversehrt erhaltenen Theile des Systems mit der Zeit immer mehr und soweit als möglich ausgeglichen wird. Wann diese functionelle Compensation, wie sie Hr. Luciani passend genannt hat, anhebt, ist nicht ausgemacht, jedoch

erscheint es nur naturgemäss und liegt kein Grund dagegen vor, dass sie alsbald nach dem Fortfall einsetzt. Gleichwohl dürfen wir nicht die ganze Besserung, die sich zeigt, der functionellen Compensation zuschreiben. Denn weiter finden wir sonst nach jeder Exstirpation eines Theiles des Centralnervensystems, dass infolge der Schnitte, die wir zum Zwecke der Abtrennung durch die nervöse Substanz führen, die Nachbarschaft des exstirpirten Theiles und wo wir motorische Bahnen treffen, die vom exstirpirten Theile zu niedereren motorischen Centren ziehen, auch diese Centren zunächst in ihrem Functioniren wesentlich beeinträchtigt sind und nur allmählich in etwa 14 Tagen zur Norm zurückkehren[1]: und so wird es auch nach der Totalexstirpation des Kleinhirns sein, da die Kleinhirnstiele durchschnitten werden. Demgemäss bieten sich im Verhalten des Thieres etwa um die Zeit, da das Thier sich wieder in der gewohnten Ruhestellung zu behaupten vermag, die Folgen des Kleinhirnverlustes am reinsten dar, nur wenig erst gemildert durch die functionelle Compensation und kaum mehr getrübt durch die Folgen des operativen Angriffs: in der kurzen Vorperiode treten, je mehr wir uns der Zeit der Exstirpation nähern, desto mehr zurück der Einfluss der Compensation, desto mehr hervor die Folgen des operativen Angriffs: und in der längeren Nachperiode zeigen sich die Folgen des Kleinhirnverlustes, je später, je mehr gebessert durch die Compensation.

5.

Die Schilderung S. 453—460 lässt alsdann als Folgen des Kleinhirnverlustes das Fallen und Schwanken und das erschwerte und ungeschickte Gehen des Thieres erkennen, die in der Nachperiode, beim Affen — bei dem die Compensation, wie schon Hr. Luciani bemerkte, im ganzen rascher erfolgt — auch schon in der Vorperiode eine fortschreitende Besserung erfahren. Und als Folge des operativen Angriffs stellt sich die Unfähigkeit des Thieres dar, die in der Vorperiode sich verliert, die Unfähigkeit, sich aufzustellen und die gewohnte Ruhestellung einzunehmen, allerdings nur soweit, als sie nicht durch die Folgen des Kleinhirnverlustes ihre Erklärung findet.

Das Fallen des Thieres auf sein schlechtes Gehen zurückzuführen, geht schon deshalb nicht an, weil der Affe auch aus dem Sitzen umfällt. Eher könnte umgekehrt das schlechte Gehen vom Fallen abzuleiten sein, und wir müssen deshalb zunächst das Fallen und Schwanken ins Auge fassen.

[1] Vgl. diese Berichte 1892. 694 ff.

In den ersten Tagen nach der Totalexstirpation schlägt der Affe, wenn er sich in die freie Sitzstellung gebracht hat, sofort um, und wenn er unter Festhalten am Gitter oder Anlehnung an die Wand länger sitzen bleibt, so sind seine Haltung und insbesondere die Stellung der Beine öfters nicht die der normalen Sitzstellung. Aber nachdem 2—3 Tage vergangen sind, sieht man den Affen, wenn er erregt im Käfig oder beim Gehen zum Sitzen kommt, immer in der normalen Sitzstellung, auf beide Arme oder häufiger auf einen Arm gestützt, nur manchmal ein wenig nach vorn geneigt, weil die stützenden Arme etwas weiter nach vorn gestellt sind; und er verweilt dann, frei oder mit einer Rücken- oder Flankenpartie leicht angelehnt, lange genug in der Sitzstellung, dass man das Folgende beobachten kann. Gelegentlich neigt er, ohne dass er eine Bewegung macht, langsam mit dem Körper mehr und mehr, doch nur eben deutlich merklich, nach der Seite über, und plötzlich fällt er nach dieser Seite um. Oft dreht er den Kopf wiederholt ein Stück nach rechts und nach links, ohne dass sonst eine Veränderung an ihm sichtbar ist, und dann dreht er einmal den Kopf etwas weiter oder Kopf und Vorderrumpf zugleich zur Seite, und sofort stürzt er nach der Seite zu Boden. Hin und wieder zeigt sich am Kopfe, wenn er ihn dreht, ein schwaches Oscilliren nach rechts und links; und regelmässig ist dies der Fall, ja das Oscilliren kann noch stärker und zugleich am Rumpfe sichtbar sein, wenn der Affe, sich ängstlich umschauend, die Drehungen des Kopfes in raschem Wechsel vollführt. Ist der Affe nach aufgeregtem Laufen erst jüngst zum Sitzen gekommen, so ist zuweilen auch, ohne dass der Affe eine Bewegung macht, ein deutliches Oscilliren von Kopf und Rumpf nach vorn und hinten und nach rechts und links zu beobachten. In allen diesen Fällen findet, wenn der Affe nicht eher zur Seite umfällt, das Oscilliren bald, meist in noch nicht einer Minute, sein Ende, so dass der Affe danach ganz ruhig sitzt. Geht man auf den schon eine Weile ruhig im Zimmer sitzenden Affen gerade von vorn zu, so nimmt der Affe Rumpf und Kopf rasch mehr und mehr, aber im ganzen nur wenig nach hinten und fällt plötzlich hintenüber; nähert man sich dem Affen ebenso von hinten her, und läuft er nicht fort, so neigt er nach kleiner Drehung des Kopfes rasch ebenso ein wenig nach vorn über und fällt plötzlich kopfüber hin. Bei alledem schlägt der Affe zunächst immer wie ein Holzklotz, wie ein lebloser Körper zu Boden. Das ändert sich aber bald früher bald später, spätestens etwa von der Mitte der zweiten Woche nach der Operation an. Wohl fällt der Affe noch ebenso um, aber zunehmend seltener. Er schützt sich oft vor dem Hinstürzen, indem er rasch den Arm auf der Seite der Gefahr vorstreckt und mit der Hand gegen

den Boden stemmt: andermal wirft er, wenn er zu fallen beginnt, den Rumpf rasch nach der entgegengesetzten Richtung, nach vorn, wenn er hintenüber, nach links, wenn er nach rechts zu stürzen droht, u. s. w. Und er beugt sogar bald auch dem Fallen vor, wenn jetzt, wo er während des längeren Sitzens mehr sich bewegt, Kopf und Aftergegend kratzt, Gesicht und Bauch kraut, Kopf und Rumpf stärker hin und her dreht u. s. w., infolge dessen grössere Oscillationen von Kopf und Rumpf auftreten. Er zieht den zweiten Arm zum Stützen heran; er bringt die stützenden Arme, einen nach dem anderen um ein kleines Stück nach hinten verstellend, näher an das Becken und setzt diesen oder jenen Arm oder beide mehr abducirt auf; er setzt sich geradezu zurecht, indem er die eine oder die andere Beckenhälfte ein wenig verschiebt. So kommt es dahin, dass, nachdem 3 Wochen seit der Operation verflossen sind, der Affe stundenlang sitzt, zeitweise sogar jeder Unterstützung durch einen Arm entbehrend, und mancherlei Bewegungen im Sitzen macht, ohne dass mehr als gelegentlich und rasch vorübergehend ein schwaches oder etwas stärkeres Oscilliren von Kopf und Rumpf zu bemerken ist. Ist jedoch der Affe aufgeregt, ist er in Angst versetzt, oder ist er durch vieles Laufen ermüdet, so stellt es sich in der Folge immer noch einmal ein, dass er gerade so, wie zu Anfang, nach einem kleinen allmählichen Überneigen oder nach stärkerem Oscilliren plötzlich wie ein Klotz nach der Seite oder nach vorn oder nach hinten zu Boden stürzt.

Entsprechende Beobachtungen macht man am Hunde. Wenn er in der dritten Woche nach der Operation sich dicht an der Wand so aufstellt, dass er mit seiner, sagen wir, rechten Rumpfseite an die Wand lehnt, kann er minutenlang normal stehen oder, nachdem er den Hinterrumpf zu Boden gesenkt hat, normal sitzen. Aber er neigt einmal, nachdem er bis dahin keinerlei Bewegung gezeigt hat, allmählich etwas nach links über, und plötzlich fällt er auf die Seite um. Ein andermal nimmt er den Kopf hoch und nach hinten und fällt sogleich hintenüber. Das Häufigste ist, dass er, um sich umzuschauen, den Kopf nach links dreht, und so lange er ihn so nur mässig hin und her bewegt, wird nur dann und wann ein schwaches Oscilliren des Kopfes bemerklich; aber wenn er ihn einmal weiter nach links dreht, schlägt er plötzlich zur Seite um. Dreht er Kopf und Vorderrumpf zugleich nach links, so oscilliren immer Kopf und Rumpf und kommt es bald zum Sturze. Überall schlägt dabei der Hund wie ein Klotz zu Boden. Im zweiten Monate setzt sich der Hund, der wieder zu gehen vermag, regelmässig mit den Beinen in Bewegung, ehe es zum Fallen kommt. Später kann der Hund lange

angelehnt stehen oder sitzen, ohne gefährdet zu sein, da er den Kopf immer nur mässig bewegt; höchstens zeigt der Kopf vorübergehend schwache Oscillationen. Entfernt er einmal den Rumpf von der Wand, so schwankt er mit Rumpf und Kopf und bewahrt sich vor dem Fall, indem er den Rumpf gegen die Wand wirft.

Auch im Liegen zeigen sich an den Thieren hierhergehörige Erscheinungen. So lange Affe und Hund zunächst nach der Operation sich in der Seitenlage befinden und später mit Brust und Bauch oder Becken fest dem Boden oder den unterliegenden Extremitäten aufruhen, ist, auch wenn das Thier den Kopf lange Zeit hochhält und dreht, nur äusserst selten und rasch vorübergehend ein schwaches Oscilliren des Kopfes zu bemerken. Aber sobald weiterhin das Thier in der Brustbauch- oder Brustbeckenlage die Brust auf den etwas gestreckten Vorderextremitäten ein wenig abgehoben vom Boden hält, tritt das Oscilliren öfter auf, wenn das Thier den hochgehaltenen Kopf dreht oder eine kleine Lageveränderung durch Bewegung von Rumpf oder Extremitäten vornimmt; und es oscillirt alsdann, bald schwächer bald stärker, nicht bloss der Kopf, sondern meist auch der Vorderrumpf und manchmal der ganze Rumpf. Meist geht auch hier das Oscilliren rasch vorüber; zuweilen aber dauert es länger an und hört erst auf, wenn das Thier den Kopf auf den Boden oder die Vorderextremität auflegt, oder wenn es mit einer kleinen Bewegung von Rumpf und Extremitäten sich in eine etwas andere Lage bringt. Und in solcher Weise erhält sich das Oscilliren beim Hunde, der das Liegen als Ruhestellung beibehält, durch seine ganze Lebenszeit. Wo sich der Hund beim Gehen hat in die Brustbauchlage niederfallen lassen, kann man es unmittelbar danach fast regelmässig sehen und nicht selten auch, dass es sein Ende durch eine kleine Lageveränderung findet.

Nehmen wir dazu noch, was wir früher sahen, dass Hund und Affe, wenn sie gehen und laufen, zunächst bei jedem Schritte umfallen und dann zwar mit der Zeit mehr und mehr das Hinstürzen vermeiden, aber immer schwanken und taumeln, so lehren die Beobachtungen insgesammt, dass durch den Kleinhirnverlust das Thier, ob es sitzt, liegt, steht, geht oder läuft, in der Fähigkeit, sein Gleichgewicht zu erhalten, eigenartig geschädigt ist. Gänzlich verloren ist die Fähigkeit nicht, wenn es auch zu Anfang so erscheint; denn sie ist bald wieder vorhanden. Aber sie zeigt sich doch nur in der Weise erhalten, dass, nachdem durch eine schlechte Haltung oder eine Bewegung des Thieres sein Gleichgewicht soweit gestört ist, dass Fallen eintritt oder droht, neue Bewegungen des Thieres unwillkürlich oder willkürlich zustande kommen, um die schlimme Folge der eingetretenen

Störung abzuwenden und das Gleichgewicht wiederherzustellen. Dagegen bleibt verloren die feinere Art der Gleichgewichtserhaltung, die beim normalen Thiere ausserdem noch besteht und nach den Erfahrungen an uns selber unbewusst sich vollzieht, dass, wie auch das Thier in den Grenzen der Norm sich hält und bewegt, immer zugleich für sein Gleichgewicht Sorge getragen ist, derart dass selbst während der Bewegung es gar nicht erst zu einer gefährlichen Störung des Gleichgewichtes kommt und mit dem Abschlusse der Bewegung sogleich wieder das Gleichgewicht besteht. Diese feinere Art der Gleichgewichtserhaltung beim Sitzen, Liegen, Stehen, Gehen u. s. w. ergiebt sich also als vom Functioniren des Kleinhirns abhängig, während die andere, gröbere Art der Gleichgewichtserhaltung von anderen Hirntheilen geleistet wird. Dass die gröbere Art der Gleichgewichtserhaltung nach dem Untergange der feineren Art mit der Zeit immer mehr functionell compensirend wirkt, entspricht ganz dem, was nach den sonstigen Erfahrungen am Centralnervensystem zu erwarten stand: es darf nur auffallen, dass sie nicht sogleich nach der Exstirpation, sondern erst nach einer gewissen Zeit sich bemerklich macht, obwohl die Hirntheile, auf deren Wirken sie beruht, unversehrt sind.

6.

Ich sagte, dass die feinere Art der Gleichgewichtserhaltung beim Sitzen, Stehen, Gehen u. s. w. vom Functioniren des Kleinhirns abhängig ist, und nicht, dass sie eine Function des Kleinhirns ist. Denn wir stehen vor zwei Möglichkeiten, zwischen denen zu entscheiden ist. Das Kleinhirn kann ein mit jener feineren Art der Gleichgewichtserhaltung besonders betrauter, dafür in sensibler und motorischer Hinsicht eigens eingerichteter und die Bewegungen von Wirbelsäule und Extremitäten passend beherrschender Hirntheil sein, so dass wir eine cerebellare Gleichgewichtsregulirung und eine von den anderen Hirntheilen geleistete accessorische Gleichgewichtsregulirung zu unterscheiden haben. Es kann aber auch sein, dass alle Gleichgewichtserhaltung eine Function der anderen Hirntheile ist und nur durch den Verlust des Kleinhirns solche allgemeine Störungen der Sensibilität und Motilität des Thieres herbeigeführt werden, dass jene Hirntheile nicht mehr imstande sind, für die feinere Art der Gleichgewichtserhaltung ihre Aufgabe zu erfüllen.

Nach den vorliegenden Angaben würde die letztere Möglichkeit zutreffen. Denn nach Hrn. Luciani soll der Kleinhirnverlust die nervöse Asthenie, Atonie und Astasie aller willkürlichen Muskeln zur

Folge haben[1]; und nach Hrn. Lewandowsky[2] sollen »wir beim Thiere als Folge der Kleinhirnverletzung eine Ataxie jeder willkürlichen Bewegung sehen« oder Störungen »aller willkürlichen Verrichtungen, welche einer zweckmässigen Abstufung fähig sind«; so dass allgemeine Störungen der Motilität und Sensibilität bestehen würden. Aber den Angaben widerspricht, was wir an den kleinhirnlosen Thieren, wenn sie ruhig liegen oder sitzen, bei der Verfolgung der isolirten willkürlichen Bewegungen beobachten.

Da sehen wir Hund und Affen, nachdem die Narkose abgelaufen ist, normal den Kopf heben und senken und nach rechts und links drehen, normal auch die Augen bewegen. Der Hund spitzt normal die Ohren und wedelt normal mit dem Schwanze. Der Affe fletscht normal die Zähne und lässt normal (als Ausdruck der Freude oder Unterwürfigkeit) Kiefer und Lippen wiederholt auf und ab gehen. Normal beleckt der Hund das nahe dem Munde vorgehaltene Fleischstück, fasst es und bringt es nach hinten, um es zu schlucken. Normal fasst und frisst der Affe das in der Nähe seiner Hand liegende Mohrrübenstück; er bringt es mit der Hand an den Mund, beisst ab, entfernt die Hand vom Munde, kaut, führt zu neuem Abbeissen wieder die Hand an den Mund u. s. w. Ebenso fasst und frisst er normal das Stück gekochten Reises, abbeissend oder mehr mit den Fingern den Reis in den Mund stopfend; hat er das Stück verzehrt, so leckt er — immer normal — von der Vola der Hand unter Proniren und Supiniren der Hand und Ab- und Adduciren, wie Beugen und Strecken der Finger die kleben gebliebenen Reiskörner der Reihe nach ab, und sind beim Abbeissen einzelne Reiskörner auf den Boden gefallen, so nimmt er sie eines nach dem anderen mit den Fingern auf und bringt sie zum Munde. Nahrung, die nicht sogleich verschluckt, sondern in den Backentaschen verblieben ist, holt er nachträglich normal aus den Taschen heraus, ohne Hülfe der Hand oder indem er mit der Hand auf die Tasche drückt. Schon während der Hund auf der Seite liegt, beugt und streckt er normal oder verlagert er normal nach vorn oder hinten dieses oder jenes einzelne Bein, Vorderbein oder Hinterbein, und zieht er normal mit dem Vorderbein das Fleischstück an den Mund heran; später kratzt er auch normal mit Vorderwie Hinterbein und entfernt normal mit dem Vorderbein den die Augen verschliessenden Verband. Ebenso bewegt und verlagert der Affe normal schon in der Brustbauchlage eine einzelne Extremität; und sobald er sitzt, macht er noch mit diesem oder jenem Arme die normalen

[1] Siehe oben S. 445.

[2] A. a. O. 182, 175.

Bewegungen, um Kopf und Aftergegend zu kratzen, Gesicht, Arm, Bein, Bauch zu krauen, die Fingernägel nach dem Kratzen oder Krauen mit den Zähnen zu putzen, Fliegen auf seinem Körper abzufangen. Auch Beugungen und Streckungen, wie Drehungen der Rumpfwirbelsäule vollführt der Affe dann normal, um sich Rücken und Flanken überall von den Genossen krauen zu lassen oder ein am Boden gelegenes Mohrrübenstück erreichen zu können.

Nur wenn die Nahrung nicht nahe der Hand des Affen sich befindet, sondern so weit von ihr entfernt ist, dass der Affe den ganzen Arm ausstrecken muss, um sie zu fassen, tritt beim Greifen eine schon von Hrn. Luciani, Hrn. Ferrier und Hrn. Lewandowsky bemerkte Abnormität auf. Der Affe streckt den Arm brüsker oder stürmischer als in der Norm vor und trifft ein kleines Object, z. B. ein Mohrrübenstück, in der Regel auch nicht gut, sondern kommt mit der Hand daneben an. Ist die Hand zu nahe aufgesetzt, so wird sie rasch vorgeschoben und, wenn das Object dabei nicht zu weit fortgestossen ist, nochmals gehoben und hinter dem Objecte aufgesetzt, und nunmehr wird das Object unter Zurückziehen der Hand gefasst; ist die Hand, wie es meist der Fall ist, zu weit nach vorn und, sagen wir, nach links angelangt, so wird das Object unter Zurückziehen der Hand gefasst, höchstens dass zuvor die Hand nochmals gehoben und etwa ebenso weit nach vorn, aber nach rechts aufgesetzt wird. Recht auffällig am Tage nach der Operation, schwächt sich die Abnormität in den nächsten Wochen so ab, dass für die Dauer nur ein eben erkennbarer Rest verbleibt, gewöhnlich der Art, dass die greifende Hand ein wenig über das kleine Object hinausgeht und beim Zurückgehen es erfasst.

Eine grosse Zahl isolirter willkürlicher Bewegungen kommt also wie in der Norm zur Ausführung, und nicht etwa ausnahmsweise einmal, sondern oft und immer wieder sieht man sie sich vollziehen, ohne dass eine Spur von Asthenie, Atonie, Astasie oder von Ataxie an ihnen bemerklich wird. Dabei erstrecken sich die normalen Bewegungen auf alle Körpertheile, auch auf die Wirbelsäule und die Extremitäten, an denen man noch am ehesten sie nicht zu finden erwarten konnte. Es kann daher von allgemeinen Störungen der Motilität und Sensibilität nicht die Rede sein; und so muss die Entscheidung dahin fallen, dass die feinere Art der Gleichgewichtserhaltung eine Function des Kleinhirns ist.

Aber man wird fragen, wie denn der Glaube an allgemeine Störungen der Sensibilität und Motilität hat entstehen können, und ich muss klarlegen, auf welchen Stützen der Glaube sich aufgebaut hat.

Hr. Lewandowsky[1] hat sichtlich auf den Nachweis von Störungen ausser dem Bereiche von Wirbelsäule und Extremitäten Werth gelegt und deren zwei ausfindig gemacht: aber beide lassen sich nicht bestätigen. Bei einem Hunde, der durch Monate bei der Fütterung mit Schilddrüsentabletten dem Auseinandersperren der Kiefer erheblichen Widerstand entgegengesetzt und seinem Unbehagen lebhaften Ausdruck gegeben hatte, bemerkte er, als er 3 Wochen nach einer mässig ausgedehnten Wurmverletzung die Fütterung wieder aufnahm, einen »ganz frappanten Unterschied« und sah darin die Folge der Atonie der Kiefermuskeln. Indess hat die spätere Willfährigkeit dieses Hundes sicher einen ganz anderen Grund gehabt: denn meine Hunde haben nach der Totalexstirpation ohne Ausnahme dem gewaltsamen Öffnen des Maules gerade so wie in der Norm sich widersetzt. Zweitens fand Hr. Lewandowsky nach grösseren Verstümmelungen oder Totalexstirpation Störungen in der Stimmgebung: während die Hunde früher über alle Modulationen des Bellens von dem Gekläff der freudigen Erwartung bis zum wüthenden Streitruf verfügten, klang jetzt das Bellen eintönig, war explosiv, meist höher als früher, gewöhnlich ein einmaliger Tonstoss, der nur selten wiederholt wurde. Jedoch liegt auch hier nur ein Missgeschick in der Beobachtung vor, leicht daraus erklärlich, dass die Hunde später seltener und weniger ihre Stimme hören liessen, wie man es allgemein bei Hunden findet, die nach grösseren Operationen durch längere Zeit der Beobachtung unterliegen. Ich habe nach der Totalexstirpation nicht nur bei den Hunden das Bellen in verschiedenen Modulationen, sondern auch bei den Affen all das Knurren, Grunzen, Locken, Rufen, Schreien, wie man es von den normalen Thieren hört, unverändert wiedergefunden. Dass bei der den Schluckakt einleitenden willkürlichen Bewegung die Störungen fehlten, ist Hrn. Lewandowsky nicht entgangen; auch sind ihm die Störungen der Augenbewegung »auffallend gering« erschienen, — wenn er auch nach Ablauf der Zwangsbewegungen oft eine gewisse Unsicherheit des Blickes glaubte feststellen zu können, jedenfalls bestehen, sagt er, keine groben Abnormitäten —. Aber über die Widersprüche, die so seinem Glauben erwuchsen, ist er mit den Bemerkungen hinweggegangen, dass die den Schluckakt einleitende Bewegung »nicht abstufbar« und die Augenbewegung »ja auch in der That mehr Synergie, als zweckmässig abgestufte Bewegung im Sinne der Extremitätenbewegung ist«, — Bemerkungen, deren Unrichtigkeit doch handgreiflich ist.

---

[1] A. a. O. 157, 174—5.

Anders war schon vorher bei Hrn. Luciani[1] der Glaube entstanden unter der Ausbildung seiner Lehre von der »Astasie«, womit er die abnorme Art, in der die Muskelcontractionen vor sich gehen sollen, und die dadurch veranlassten Erscheinungen bezeichnet hat. Während »die von den Muskeln ausgeführten Bewegungen der Gliedmaassen normalerweise allmählich und einheitlich, d. h. ohne Störung der Continuität, ohne Zittern und Schwanken, mit vollständiger Verschmelzung der Elementarimpulse, aus denen sie sich zusammensetzen, erfolgen«, sei dies nicht mehr der Fall nach der Kleinhirnverstümmelung. Am liegenden Hunde zeige der Kopf ein leichtes und fast ununterbrochenes Zittern. Stehe der Hund, so sei das Zittern auch über den ganzen Rumpf verbreitet, der in querer oder in schräger oder diagonaler Richtung leicht schwanke. Gehe der Hund langsam, so verstärke sich die Erscheinung, so dass Zögern oder Unsicherheit der Bewegung resultire: in den Bewegungen der Gliedmaassen und der Wirbelsäule bemerke man einen charakteristischen Mangel an Continuität, beziehungsweise an Festigkeit, davon abhängig, dass die Contractionen in zitternder Weise erfolgen, wie dies bei unvollkommener Summation der Einzelimpulse auftritt. Beim beschleunigten Gehen verschwinde die Erscheinung. Umgekehrt sei die Erscheinung des Zitterns verstärkt und nehme den Charakter rhythmischer Schwankungen an, wenn das Thier mit grosser Gier fresse. Beim Affen sei die Astasie, die in dem Zittern, dem Zögern, den rhythmischen Schwankungen zum Ausdruck komme, noch stärker ausgeprägt. Die Erscheinungen der Astasie treten deutlicher in den Muskeln des Halses hervor, erstrecken sich aber mehr oder minder auf alle Muskeln, was durch das deutliche leichte Zittern der (vorderen oder hinteren) Extremität bewiesen werde, das immer dann auftrete, wenn der Affe sie zu einzelnen Handlungen verwende, z. B. um Früchte zum Munde zu führen, um die Insekten, die in seinem Felle nisten, zu fangen u. s. w.

Hier hat man es unverkennbar mit einer unbegründeten Verallgemeinerung zu thun: Hr. Luciani hat ohne weiteres auf alle Muskeln ausgedehnt, was höchstens für Wirbelsäule- und Extremitäten-Muskeln geltend sich ergab. Und nicht einmal in der Beschränkung auf die letzteren Muskeln lassen sich seine Angaben, soweit sie nicht mit den meinigen im Einklang sind, als zutreffend anerkennen.

Wir haben oben S. 474 das abnorme Verhalten kennen gelernt, das der kleinhirnlose Affe beim Greifen von Objecten zeigt. Das hat auch schon Hr. Luciani beobachtet und die »Unsicherheit der Bewegungen« oder, wie es in dem anderen Protokolle heisst, die »dis-

[1] Cerv. 193—4, 196, 198, 203. — Klh. 297—9, 302, 306.

continuirlichen, choreaartigen Bewegungen, die der Affe beim Vorstrecken des Armes, um die Nahrung zu fassen, vollführt, bevor er zum Ziele gelangt,«[1] als Erscheinung der Astasie aufgefasst. Sichtlich liegt da aber, wie meine Schilderung lehrt, nichts anderes vor, als dass der Affe die Nahrung nicht gut trifft und den Fehlgriff mit neuen Bewegungen corrigirt: ein unregelmässiges Herumtappen also des Affen mit dem Arme, wie man es ebenso und auch noch in öfterer Wiederholung und größerer Ausbildung beim Affen findet, der nur aus irgend welchem Grunde schlecht sieht, oder dessen hintere Rückenmarksnerven-Wurzeln für den Arm durchschnitten sind. Man kann daher, wie Hr. Lewandowsky, von einer Ataxie beim Greifen sprechen, nicht aber, wie es Hr. Luciani bei der Zusammenfassung seiner Erfahrungen thut, von einem Zittern, weder nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche noch nach dem wissenschaftlichen (Tremor).

Dies vorweg genommen, erweist sich die ganze Angabe, für die ich weitere Belege in Hrn. Luciani's Protokollen nicht finde, dass ein deutliches leichtes Zittern der Extremität immer dann auftrete, wenn der Affe sie zu einzelnen Handlungen verwende, als thatsächlich unrichtig und dermaassen unrichtig, dass ich gerade das Gegentheil oben S. 473 anzuführen hatte. Wohl können im Laufe der Untersuchung infolge von Schädigungen, die neben der Kleinhirnverstümmelung bestehen, Bewegungen der Extremität zur Beobachtung kommen, bei denen die Contractionen in zitternder Weise erfolgen: so habe ich sie gelegentlich einmal vor Ablauf der Aethernarkose gesehen, ferner in einem späten Stadium der Sepsis, bei hochgradiger Abmagerung in der letzten Zeit vor dem Tode, auch in Fällen grober Verletzung von Nachbarorganen des Kleinhirns. Aber wo solche Schädigungen nicht vorliegen, wo lediglich die Folgen der Kleinhirnverstümmelung sich darstellen, zeigt sich niemals ein derartiges Zittern bei einer Bewegung der Extremität, weder beim Hunde noch beim Affen, und nicht nur nicht bei den isolirten, sondern auch nicht bei den Gemeinschaftsbewegungen der Extremität, beim Stehen, Gehen, Klettern u. s. w. Oder, um jede Zweideutigkeit des Ausdrucks auszuschliessen, niemals zeigt sich bei den Bewegungen, welche die Extremitäten ausführen, eine Abweichung von der Norm, die zu vermuthen gestattete, dass die Muskelcontractionen, auf denen die Bewegungen beruhen, in zitternder Weise erfolgen, die Elementarimpulse, aus denen die Contractionen sich zusammensetzen, unvollständig verschmelzen oder die Einzelimpulse eine unvollkommene Summation erfahren. Dasselbe gilt auch für die isolirten und die Gemeinschaftsbewegungen des Kopfes

[1] Cerv. 136, 138.

und des Rumpfes. Es treten nur zu Zeiten am Kopfe und am Rumpfe bei gewissen Lagen oder Stellungen des Thieres und in ausschliesslicher Abhängigkeit von diesen die schwächeren oder stärkeren Oscillationen auf, die uns oben S. 469—471 mit dazu verholfen haben, den Verlust der feineren Art der Gleichgewichtserhaltung festzustellen. Und zu den Zeiten, zu welchen Kopf und Rumpf so oscilliren, können durch die Oscillationen die Extremitäten passiv mit hin und her geführt werden, sowohl wenn sie in Ruhe sind, wie wenn sie ihre eigenen normalen Bewegungen machen, und können neben den Oscillationen die normalen isolirten und Gemeinschaftsbewegungen von Kopf und Rumpf einhergehen.

In Ansehung der Oscillationen konnte Hr. Luciani von einem Zittern und Schwanken von Kopf und Rumpf sprechen und daran denken, dass die Ursache in zitterigen Contractionen, in unvollständiger Verschmelzung der Elementarimpulse gelegen sei, — worüber wir später werden weiter zu verhandeln haben. Aber ein folgenschwerer Irrthum war es, dass er die Oscillationen mit den willkürlichen Bewegungen zusammenwarf und auf die letzteren die vermeintliche Charakteristik der ersteren übertrug. Der wahre Sachverhalt ist gar nicht zu verkennen, sobald man die Thiere aufmerksam verfolgt. Denn man sieht einerseits die Oscillationen, ohne dass das Thier zu gleicher Zeit eine Bewegung ausführt; man sieht andererseits das Thier den Kopf, den Rumpf, die Extremität normal bewegen, ohne dass zu gleicher Zeit Oscillationen bestehen; und man sieht endlich die Oscillationen und jene Bewegungen zeitlich zusammenfallen und sich, so zu sagen, algebraisch summiren. Lediglich unzureichender Beobachtung ist es daher zuzuschreiben, dass der Irrthum entstand und durch die Nachfolger von Hrn. Luciani nicht aufgeklärt wurde.

Zur Illustration kann sehr gut gerade das Fressen der Thiere dienen mit seinen Sonderbarkeiten, die jedem Untersucher aufgefallen sind, und die Hrn. Luciani's Angaben veranlasst haben, dass, wenn das Thier mit grosser Gier fresse, die Erscheinung des Zitterns verstärkt sei und den Charakter rhythmischer Schwankungen annehme, und dass der Arm des Affen zittere, wenn er Früchte zum Munde führe. Ich sagte oben S. 473, dass der Affe das mit der Hand gefasste Mohrrübenstück normal an den Mund bringt und frisst. So sieht man es nach dem Ablaufe der Narkose und an den folgenden Tagen regelmässig wieder, ob der Affe liegt oder angelehnt oder frei sitzt; auch wenn er den Kopf dabei dreht oder beugt, ist höchstens einmal ein schwaches Oscilliren des Kopfes bemerkbar. Aber plötzlich, bei wilden Affen früher, bei zahmen später, meist wenn der Affe schon seit einiger Zeit frei sitzt und infolge der Bewegungen,

die er im Sitzen macht, gelegentlich auch grössere Oscillationen zeigt, verändert sich das Bild. Der Affe, der bis dahin ruhig sitzend die Hand an den Mund herankommen liess, führt jetzt den Kopf rasch ein Stück Weges der sich nähernden Hand entgegen. Sofort setzen grössere Oscillationen von Kopf und Rumpf ein, die den Arm mit hin und her gehen lassen, und die Hand verfehlt ihr Ziel; Arm und Kopf machen passende neue normale Bewegungen, um Hand und Mund zusammenzubringen, und wieder verhindern dies die Oscillationen, die mittlerweile sich noch verstärkt haben können; und so setzt es sich fort, bis endlich doch das Mohrrübenstück ungeschickt vom Munde gefasst wird oder, wie es auch zuweilen vorkommt, der Affe das vergebliche Mühen aufgiebt; im einen wie im anderen Falle nehmen sogleich die Oscillationen ab und sind Kopf und Rumpf bald in Ruhe. Man kann den Vorgang mehrmals nach einander, auch in einer Reihe von Tagen sehen, und jedesmal unterlässt es schliesslich der Affe, mit dem Kopfe der Hand entgegenzugehen: er unterlässt es mit der Zeit immer eher, und endlich wird das anfängliche Verhalten wieder das bleibende, so dass unser Vorgang höchstens noch ausnahmsweise einmal und auch nur in abgekürzter und abgeschwächter Form zu beobachten ist. Entsprechend verläuft beim Hunde, wenn er zuerst, auf der Seite liegend, nahe dem Munde vorgehaltene Fleischstücke oder, in der Brustbauch- oder Brustbeckenlage gut aufruhend, unmittelbar vor ihm am Boden befindliche Fleischstücke aufnimmt, soviel er auch den Kopf dafür bewegt, alles normal, nur hin und wieder sieht man ein schwaches Oscilliren des Kopfes. Aber anders ist es, wenn der Hund später im Liegen nicht mehr fest mit dem Rumpfe aufruht und wenn er gar sich streckt und strampelt, vollends wenn er geht und steht. Dann kommt es, sobald er den Kopf nach den Fleischstücken abwärts führt, zu grösseren Oscillationen von Kopf und Rumpf, die den Kopf vom Ziele ablenken und die Schnauze heftig gegen den Boden stossen machen und dieses Missgeschick, trotzdem dass der Hund dem Kopfe beim wiederholten Senken andere passende Richtungen zu geben bemüht ist, öfters wiederkehren lassen, weil mit den willkürlichen Kopfbewegungen auch die Oscillationen in der Richtung wechseln. Zeitlebens lässt der Hund dasselbe beobachten, jedesmal dass er mit Gier auf das Fleisch losgeht: doch wenn er nicht so gierig ist, legt er sich späterhin vor oder alsbald nach dem Beginn des Fressens, mit der Schnauze nahe dem Fleische, auf den Boden, verbessert auch wenn nöthig noch nachträglich seine Lage, so dass alle oder wenigstens die grösseren Oscillationen von Kopf und Rumpf ausbleiben, und frisst wieder so normal wie zu Anfang.

Der Glaube an allgemeine Störungen der Motilität und Sensibilität hat also gar keine haltbare Unterlage gehabt. Im Gegentheil erweisen sich die Störungen nicht nur auf den Bereich von Wirbelsäule und Extremitäten beschränkt, sondern auch in diesem Bereiche noch enger begrenzt. Die Vermuthung liegt deshalb nahe, dass ihr Umfang zur feineren Art der Gleichgewichtserhaltung, die sich als Function des Kleinhirns ergeben hat, in enger Beziehung steht; aber das wird sich erst beurtheilen lassen, wenn wir unsere Kenntniss von den Störungen infolge des Kleinhirnverlustes vervollkommnet haben.

Ausgegeben am 3. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
XXIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers i. V.

1. Hr. Pischel las über das altindische Schattenspiel.

Es wurde nachgewiesen, wann das Schattenspiel zuerst in der indischen Litteratur erwähnt wird, und welchen Namen es ursprünglich führte. Das classische Chāyānāṭaka ergab sich als litterarische Fortbildung des alten, volksthümlichen Schattenspiels. Es wurde ferner gezeigt, dass das angeblich griechische Theater in einer Höhle des Rāmgarh Hill in Sargūjā in Wahrheit streng nach den Vorschriften des ältesten indischen Lehrbuchs der Dramatik eingerichtet ist. Eine der Höhleninschriften wurde entziffert.

2. Hr. Diels legte im Namen der Commission zur Herstellung eines Catalogus medicorum antiquorum den zweiten Theil dieses die griechischen Ärzte ausser Hippokrates und Galenos umfassenden Katalogs vor. (Abh.).

3. Hr. Schmoller überreichte einen eben erschienenen weitern Band der Acta Borussica: Die Behördenorganisation und die allgemeine Staatsverwaltung Preussens im 18. Jahrhundert. Achter Band. Acten 1748—1750.

4. Hr. Planck überreichte sein Werk: Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. Leipzig 1906.

Das altindische Schattenspiel.

Von R. Pischel.

In der ZDMG. 58. 455 ff. hat Th. Bloch Mitteilung von einem griechischen Theater gemacht, das er in Indien entdeckt hat. Es befindet sich in einer Höhle des Rāmgarh Hill in Sargūjā, dem größten der Tributary States of Chotā Nāgpur. Diese Höhle, die sogenannte Sitabenga-Höhle, enthält auch eine Inschrift, die zuerst von Ball im Indian Antiquary 1873, p. 243 veröffentlicht worden ist, dann nach Photographien und Papierabklatschen, die Beglar im Dezember 1875 angefertigt hatte, von Cunningham im Corpus Inscriptionum Indicarum I, Plate XV (Calcutta 1877).

Dem Anfange nach zu schließen, ist die Inschrift im Āryāmetrum verfaßt. Der Anfang ist von Bloch richtig gelesen und gedeutet worden als *adipayaṃti hadayaṃ sabhāvagarukavayo* (Rest unsicher) »Es entflammen das Herz die von Natur verehrungswürdigen Dichter«. Der zweite Teil der Inschrift ist noch nicht gedeutet. Bloch hat eine ausführliche Beschreibung der Höhle in Aussicht gestellt[1], wobei er auch ein besseres Faksimile der Inschrift geben dürfte, als Cunningham bietet. Es ist daher ratsam, vorläufig alle Deutungsversuche zu unterlassen.

Bloch nimmt mit Recht an, daß, wenn ein derartiger Lobpreis der Dichtkunst an der Wand einer künstlich aus dem Felsen gehauenen Höhle sich findet, er nur deshalb dort angebracht sein kann, weil die Höhle dazu diente, um Werke der Dichtkunst einem größeren Publikum vorzutragen. Wie Bloch dann weiter berichtet, eignet sich dazu die Anlage vortrefflich.[2] Im Halbkreis, terrassenförmig übereinander, sind eine Reihe Sitze eingehauen, die durch strahlenförmige Linien wieder abgeteilt sind, ganz nach Art des griechischen Theaters. Von jedem dieser Plätze hatte man einen bequemen Überblick

[1] Zunächst vergleiche man Risley bei Hunter, A Statistical Account of Bengal, Vol. XVII (London 1877), p. 238 f.

[2] Dalton hielt die Nischen für Privatgemächer der Frauen, Risley für Verstecke der Frauen und Schätze der herrschenden Familie während der Einfälle der Marāṭhen.

über eine unterhalb gelegene natürliche Plattform, die Platz genug bot, eine kleine Bühne aufzuschlagen. Das Theater bot Raum für etwa 30 Zuschauer. Am Eingange der Höhle finden sich tiefe Löcher im Steinboden, in die man die Balken fügte, die den Vorhang hielten, durch den man die kalte Luft abschloß. Die Anlage nach klassischem Muster läßt sich, wie Bloch meint, nicht verkennen. Wäre das richtig, so müßten wir annehmen, daß der griechische Einfluß auf Indien sehr bedeutend gewesen ist. Daß sich nach Gründung des griechisch-indischen Reiches, vom 2. Jahrhundert v. Chr. an, im nordwestlichen Indien griechisches und indisches Wesen berührt und ausgetauscht haben, ist zweifellos. Die indische Kunst zeigt in den Gāndhāra-Skulpturen von der Zeit um Christi Geburt an deutlich griechische Züge. Daß aber griechische Einflüsse sich bis weit in den Osten Indiens, in einem Lande geltend gemacht haben sollten, dessen Geschichte wir erst von 1758 an kennen und das infolge seiner geographischen Lage schwer zugänglich ist[1], ist ganz neu und verdient eine Prüfung.

Lüders hat ZDMG. 58, 867 f. aus der Kunstdichtung und der epigraphischen Literatur eine Reihe von Stellen nachgewiesen, in denen von der Benutzung von Höhlen zu dem gleichen oder einem ähnlichen Zwecke wie in der Sitabenga-Höhle die Rede ist. Kālidāsa spricht bei der Beschreibung des Himālaya im Kumārasaṃbhava (1, 10. 14) von »Höhlenhäusern« (*darīgṛha*), in denen die Waldbewohner mit ihren Freundinnen beim Scheine von selbstleuchtenden Kräutern der Liebe pflegen und wo die Wolken vor den Eingängen die Stelle des Vorhangs vertreten, hinter dem sich die Frauen der Kiṃpuruṣa schamhaft verbergen, wenn ihnen ihre Liebhaber die Kleider ausgezogen haben. Im Meghadūta (1, 25) erwähnt er die »Steinhäuser« (*śilāveśman*) des Berges Nīcais bei Vidiśā, die den Liebesduft der Hetären ausströmen. Lüders hat ferner auf eine der älteren Jainainschriften in Mathurā aufmerksam gemacht, in der ein Verzeichnis der Schenkungen der Hetäre Nādā aufgeführt wird. Nādā bezeichnet sich als Tochter der Hetäre Daṃḍā, der »Höhlenschauspielerin« (*leṇaśobhikā*).

Haricandra nennt Dharmaśarmābhyudaya 10. 9 das Land auf dem Gipfel des Vindhya mit Lauben und Bühnen versehen (*yāṃ nikuñjaraṅgām*). Daṇḍin, Daśakumāracarita 148, 4 ed. Godabole and Paraba (Bombay 1883) = 46. 7 ed. Peterson nennt den Sonnengott einen Schauspieler, der auf dem Gipfel des Goldberges als einer Bühne

[1] Hunter, The Imperial Gazetteer of India XII[2] 266: Sargúja may be described in general terms as a secluded basin, walled in on the north-east and south by massive hill-barriers, and protected from approach on the west by the forest-clad tract of Koreá.

seine graziösen Tänze aufführt. Ebendort 108, 14 ed. Godabole and Paraba = 10. 23 ed. Peterson erwähnt Daṇḍin ein großes unterirdisches Gewölbe, in dem sich ein künstlicher Berg befindet, in dessen Innerem viele Lauben und Schauspielhäuser ausgehöhlt sind (*mahati bhūmigṛhe kṛtrimaśailagarbhotkīrṇanānāmaṇḍapaprekṣāgṛhe*; vgl. *nikuñjaraṅga* bei Haricandra a. a. O.). Das stimmt, wie ich bereits DLZ. 1905, S. 541 hervorgehoben habe, zu der Angabe des Bhāratīyanāṭyaśāstra 2, 69 ed. Bombay. = 2, 84 ed. Grosset, daß das lange Schauspielhaus[1] die Gestalt einer Berghöhle haben und zweistöckig sein soll: *karyaḥ śailaguhākāro dvibhūmir nāṭyamaṇḍapaḥ*. Aus dieser bestimmten Vorschrift des ältesten uns erhaltenen indischen Lehrbuchs der Dramatik dürfen wir schließen, daß die Aufführungen in den Höhlen der Berge uns in die Anfänge der indischen Schauspielkunst zurückführen. Es wäre sonst nicht abzusehen, weshalb man gerade für das größte Schauspielhaus die Gestalt einer Höhle wählte. Die Akustik allein, auf die das Lehrbuch großes Gewicht legt, kann nicht die Ursache gewesen sein, da es auch viereckige und dreieckige Schauspielhäuser gab. Aus der Höhlenform ergab sich auch ganz von selbst die terrassenförmige Anlage, die die Höhle im Rāmgarh Hill aufweist. Sie schreibt ja auch das Lehrbuch vor, indem es zwei Stockwerke fordert. Die Anlage hat also nichts spezifisch Griechisches an sich. Daß man die Berge für Aufführungen wählte, erklärt sich sehr einfach daraus, daß sie den besten Schutz gegen die Hitze gewährten. Die Kunstdichter erwähnen oft, daß in den Lauben auf den Abhängen der Berge die Liebespaare sich zum Stelldichein einfanden und auf den Plateaus lustwandelten (Śiśupālavadha 4, 27. 40. 42. 51; Kirātārjunīya 5, 5. 19. 23. 28). Bei solchen Gelegenheiten besuchte man dann auch die Aufführungen in den Höhlen, die naturgemäß nur wenige Zuschauer fassen konnten. Die Stücke, die dort gespielt wurden, waren gewiß nur kurz, der szenische Apparat der denkbar einfachste. Was Wilson und Bollensen über die Dürftigkeit desselben vermutet hatten, hat durch das Bhāratīyanāṭyaśāstra seine volle Bestätigung gefunden, wie ich schon 1891 hervorgehoben habe (GGA. 1891, 361 ff.; vgl. jetzt Bhāratīyan. 9, 1 ff.). Das ist der Apparat, wie er in den im Mahābhāṣya erwähnten Stücken von der Tötung des Kaṃsa und der Fesselung des Bali, die die *śobhikas* aufführten, verwendet worden sein wird, ebenso in den Höhlentheatern. Ja, es ist sehr wahrscheinlich, daß den Raum- und Lichtverhältnissen und dem

---

[1] Es werden drei Arten des Schauspielhauses unterschieden: das lange oder weite (*vikṛṣṭa*), das viereckige (*caturasra*) und das dreieckige (*tryasra*) (Bhāratīyan. 2, 9 (8 ed. Grosset). Daß die Sitabenga-Höhle zu den »langen« gehört, ergibt sich aus ihren Maßen: 44 Fuß lang, 10 Fuß breit, etwa 6 Fuß hoch.

Publikum entsprechend dort vor allem volkstümliche Stücke aufgeführt wurden: Puppenspiele und Schattenspiele. Shankar Pāṇḍurang Paṇḍit hat hervorgehoben, daß bis heute Vorstellungen mit Puppen und Papierfiguren die einzigen dramatischen Aufführungen sind, die die Landbevölkerung Indiens kennt[1], und ich habe versucht, zu zeigen, daß das klassische indische Drama auf die Puppenspiele zurückgeht und noch deutliche Spuren dieser Herkunft verrät.[2] In der Kette des Beweises fehlte bisher noch ein Glied: das Schattenspiel, das mit dem Puppenspiel aufs engste verknüpft ist. Wir kennen zwar längst ein Drama, das sich *Chāyānāṭaka* »Schattenschauspiel« nennt. Aber dieses *Chāyānāṭaka* schien sich von den übrigen Arten des indischen Dramas nur wenig in der Form, gar nicht in der Weise der Aufführung zu unterscheiden. Es blieb bis jetzt ein Rätsel. Auch ließ sich bisher nicht der Beweis führen, daß das Schattenspiel in der Gestalt, die es im übrigen Orient hat, auch im alten Indien vorhanden gewesen ist. Heute glaube ich nachweisen zu können, daß das Schattenspiel in Indien schon in sehr alter Zeit bekannt war, und daß das *Chāyānāṭaka* eine literarische Weiterbildung des alten, volkstümlichen Schattenspiels ist.

Überall, wo das Schattenspiel sich findet[3], ist der Apparat ziemlich der gleiche. Er besteht aus einer spanischen Wand, in der sich ein mit Leinwand überspannter Ausschnitt befindet, oder einem mit weißer Leinwand überzogenen Schirm. Dahinter wird eine Lampe angezündet, hinter der der Schattenspieler allein oder mit Gehilfen sitzt und die Figuren, die aus Leder, Pappe oder Papier geschnitten und meist bemalt sind, bewegt. Er spricht dabei die den Figuren in den Mund gelegten Worte und singt auch Lieder. Für Indien fehlte bisher der Nachweis dieses Schattenspiels.

Im Mahābhārata 12, 294, 5. 6 lesen wir:

raṅgāvataraṇaṃ caiva tathā rūpopajīvanam
madyamāṃsopajīvyaṃ ca vikrayaṃ lohacarmaṇoḥ 5
apūrviṇā na kartavyaṃ karma loke vigarhitam
kṛtapūrvaṃ tu tyajato mahān dharma iti śrutiḥ 6

»Das Auftreten auf der Bühne, ferner das *rūpopajīvana*, das Erwerben des Lebensunterhalts (durch Verkauf von) berauschenden Ge-

[1] Vikramorvaśīya. Notes p. 4.

[2] Die Heimat des Puppenspiels. Halle a. S. 1900; ins Englische übersetzt von Mildred C. Tawney (Mrs. R. N. Vyvyan), The Home of the Puppet-Play. London 1902.

[3] Ich begnüge mich hier, auf zwei Arbeiten von Georg Jacob zu verweisen, der sich die größten Verdienste um die Geschichte des Schattentheaters erworben hat: Das Schattentheater in seiner Wanderung vom Morgenland zum Abendland (Berlin 1901) und Erwähnungen des Schattentheaters in der Weltliteratur (Berlin 1906). Dort findet sich die übrige Literatur verzeichnet.

tränken und Fleisch, den Verkauf von Metall und Leder, (diese) für die Menschen verwerflichen Geschäfte, soll niemand ausüben, der es früher nicht getan hat [d. h. dessen durch die Kaste ererbter Beruf es nicht ist]. Wer es aber aufgibt, nachdem er es früher getan hat, der erwirbt sich, so lehrt die Heilige Schrift, ein großes religiöses Verdienst.«

Ferner bei Varāhamihira, Bṛhatsaṃhitā 5. 74:

Caitre tu citrakaralekhakageyasaktān
rūpopajīvinigamajñahiraṇyapaṇyān
PauṇḍrAuḍraKaikayajanān atha cAśmakāṃś ca
tāpaḥ spṛśaty amarapo 'tra vicitravarṣī 74

Kern, JRAS., New Series, Vol. IV (1870), p. 467 übersetzt dies: »By an eclipse in Caitra, grief is caused to the painters, writers, singers, to those whose beauty is venal, to Vaidic scholars, gold merchants, the Puṇḍras, Orissees, Kekayas, and Açmakas: in the same year the Rain-god will distribute the rain unequally.«

Böhtlingk s. v. *rūpopajīvana* erklärt das Wort mit: »Das Gewinnen des Lebensunterhalts durch seine schöne Körperform, das Auftreten in nackter oder leicht verhüllter Gestalt als Broterwerb« und *rūpopajīvin* »durch seine schöne Körperform den Lebensunterhalt gewinnend«. Kern fügt zu seiner Übersetzung von *rūpopajīvin* mit »those whose beauty is venal« die Bemerkung hinzu: »the expression in the text reminds one of the Latin corpore quaestum faciens«. Kern folgt hierin dem Scholiasten, der *rūpopajīvin* mit *veśyājanaḥ* »Hure« erklärt.

Die von Böhtlingk und Kern gegebenen Erklärungen sind bisher unwidersprochen geblieben. Sie liegen auch außerordentlich nahe, da *rūpājīvā* »die von ihrer (schönen) Gestalt Lebende« ein häufiges Wort für »Hure« ist, das im Pāli auch *rūpūpajīvinī* lautet (Childers s. v.: Milindapañha 122, 3), also genau entsprechend dem Sanskrit *rūpopajīvin*. Neben *ājīva* und *jīvin* wird am Ende von Kompositen häufig auch *upajīvin* gebraucht im Sinne von »seinen Lebensunterhalt gewinnend durch etwas«, »lebend von«. So finden wir in der Aufzählung der Gewerbetreibenden von Dvārakā im Jaiminīya-Aśvamedhaparvan 10, 41 ff. die *kāṃsyopajīvinaḥ*, die *suvarṇopajīvinaḥ*, die *bhūpakṣurakarmopajīvinaḥ* neben den *trapujīvinaḥ*, *varatāmbūlajīvikāḥ*, *carmajīvinaḥ*, *mṛgayājīvinaḥ*, *jalaukājīvinaḥ*. Viṣṇupurāṇa 2. 6. 21 wird *raṅgopajīvī* vom Scholiasten mit *naṭamallādirvṛttiḥ* erklärt. In der Mṛcchakaṭikā 37, 2 fragt Madanikā den Masseur: *kaṃ vā vittiṃ ajjo uvajīvadi?* und er antwortet 4: *hagge śaṃvāhakaśśa vittiṃ uvajīvāmi.* 38, 16 sagt er, jetzt lebe er vom Würfelspiel: *jūdovajīvī smi śaṃvutte.* Im Saurapurāṇa 11, 18 sagt Śiva, eine der acht Arten der *bhakti* zu ihm sei: *yaś ca māṃ nopajīvati*, das klassische Gegenstück zu dem vedischen

Beispiele der Pajrās. die von Bṛhaspati lebten (*upajīvanti* ṚV. 1, 190, 5), indem sie ihn wie einen armen Ochsen plagten.[1] Vgl. auch Kṣemendra, Kavikaṇṭhābharaṇa 2, 1.

Daß also *rūpopajīvana* und *rūpopajīvin* die ihnen von Böhtlingk und Kern beigelegte Bedeutung haben können, ist zweifellos. Der Zusammenhang spricht aber an beiden Stellen nicht dafür. Im MBh. steht *rūpopajīvana* unmittelbar hinter *raṅgāvataraṇa* »Auftreten auf der Bühne«. in der Bṛhatsaṃhitā *rūpopajīvin* unmittelbar hinter *geyasakta* »Sänger«. Es ist daher von vornherein möglich, daß es sich auch bei *rūpopajīvana* um einen Beruf handelt, der dem der Schauspieler und Sänger nahe stand. Und das beweist Nīlakaṇṭha, dessen Erklärung Böhtlingk mißverstanden hat. Er sagt: *rūpopajīvanaṃ jalamaṇḍapiketi dākṣiṇātyeṣu prasiddham yatra sūkṣmavastraṃ vyavadhāya carmamayair ākārai rājāmātyādīnāṃ caryā pradarśyate* »*rūpopajīvana* ist bei den Südländern als *jalamaṇḍapikā* bekannt. Dabei wird, nachdem man ein dünnes Tuch aufgespannt hat, durch Figuren aus Leder das Treiben der Könige, Minister usw. vor Augen geführt«. Arjunamiśra erklärt das Wort ganz allgemein mit *śilpādi* »Kunst usw.«. Leider ist ein Wort *jalamaṇḍapikā* in keiner südlichen arischen oder einer drāvidischen Sprache nachweisbar.[2] Doch mag Marāṭhī *jaḷapa* »the images arising in sleep out of the occupations or thoughts of the past day« damit zusammenhängen. Jedenfalls ist ganz klar, daß Nīlakaṇṭha unter *rūpopajīvana* die Kunst des Schattenspielers versteht. Wir erfahren durch ihn, daß zwischen das Publikum und den Schattenspieler ein dünnes Tuch aufgespannt wurde, und daß die Figuren aus Leder waren. Das stimmt ganz zu dem, was wir sonst von dem Schattenspiel wissen. Nīlakaṇṭhas Erklärung ist ohne Zweifel richtig.[3] Es gab also zur Zeit, als das zwölfte Buch des Mahābhārata verfaßt wurde. in Indien ein Schattenspiel, und dies lebte fort zur Zeit des Varāhamihira, also im 6. Jahrhundert n. Chr.

[1] Pischel. GGA. 1894. S. 430.

[2] Die Sprache der Dākṣiṇātya erwähnt Nīlakaṇṭha z. B. auch zu MBh. 7. 57, 4: *pūrṇakaiḥ svarṇacūḍaiḥ dūṃkulatā iti Dākṣiṇātyaprasiddhaḥ*. An anderen Stellen zitiert er aus der Sprache der Mahārāṣṭra (z. B. zu 3. 69. 5; 5. 143. 25: 6. 46. 14: Harivaṃśa 1, 20, 125). der Vaidarbha (zu 7. 61. 8). der Karṇāṭa (zu 3. 188. 42). des Vindhyawaldes (zu 6. 46. 11). der Draviḍa (zu 14. 9. 29). Was er mit Dākṣiṇātya meint. ist also ganz unklar. Er selbst schrieb in Benares. Vgl. Holtzmann. Das Mahābhārata und seine Teile III, 88f. (unvollständig).

[3] Erst nachdem diese Untersuchung bereits abgeschlossen war. fand ich. daß Protāp Chandra Roy in seiner Übersetzung des Mahābhārata. die ich nicht selbst besitze. schon der Wahrheit sehr nahe gekommen ist. Er übersetzt. gewiß im Anschluß an Nīlakaṇṭha. *rūpopajīvana* mit »disguising oneself in various forms. exhibition of puppets«, gibt also zwei Übersetzungen für dasselbe Wort. Vgl. was unten über *bahurūpī* bemerkt ist. Um Puppenspiele handelt es sich hier aber nicht.

Viel höher hinauf als die Erwähnung im Mahābhārata führt uns eine Stelle in den sehr alten buddhistischen Therīgāthā 394. Es wird dort 366 ff. erzählt, daß die Nonne Subhā auf einem Spaziergange im Mangohaine des Jīvaka von einem Taugenichts belästigt wurde. Sie wies seine Liebesanträge ab. Um ihm das Törichte seines Verlangens klar zu machen, gebrauchte sie unter anderen Bildern und Gleichnissen auch das folgende (394):

māyaṃ viya aggato kataṃ supinante va suvaṇṇapādapaṃ
upadhāvasi andha rittakaṃ janamajjhe-r-iva rupparūpakaṃ

Der Kommentator Dhammapāla erläutert p. 258 f. ed. E. Müller die letzten Worte mit: *janamajjhe-r-iva rupparūpakan ti māyākārena mahājanamajjhe dassitaṃ rūpiyarūpasadisaṃ asāraṃ sāraṃ upaṭṭhahan taṃ*[1] *asāran ti attho* K. E. Neumann übersetzt[2]: »Als ob du Trug für wahres Werk, Den goldnen Baum des Traumes hieltest echt. Als Blinder bist du nur genarrt. Packst unter Menschen bloß die Puppen an«, und bemerkt, *rittakaṃ* gehöre natürlich zu *rupparūpakaṃ*, und es sei wohl eine Art Blindekuhspiel gemeint. Das ist alles ganz irrtümlich. Von Puppen ist hier keine Rede.[3] Ich übersetze: »Du stürzest dich, o Blinder, auf etwas Nichtiges, gleichsam auf ein Blendwerk, das vor dir aufgeführt wird, auf einen goldenen Baum im Traume, auf ein Schattenspiel im Menschengedränge.« Es werden drei Dinge genannt, die nur scheinbare Realität haben: ein Blendwerk, das ein Gaukler vorführt, ein goldener Baum, den man im Traume sieht und für echt hält[4], ein Schattenspiel, dessen Personen in Wirklichkeit nicht vorhanden sind.

Pāli *rupparūpaka* ist = Sanskrit *rūpyarūpaka*. In der Sprache der Rhetoriker ist *rūpya* das, was bildlich bezeichnet wird, the thing figured, *rūpaka* das, was bildlich bezeichnet, the thing figuring. So ist in dem Beispiel *timirāṃśuka* »Mantel der Finsternis«, d. h. eine Finsternis, die sich um uns wie ein Mantel legt, das Wort *timira* »Finsternis« das *rūpya* und *aṃśuka* »Mantel« das *rūpaka* (Sāhityadarpaṇa 308, 3 ff.). In *mukhendu* »Gesichtsmond«, d. h. ein Gesicht, das dem Monde gleicht, ist *mukha* »Gesicht« das *rūpya* und *indu* »Mond« das *rūpaka* (Kāvyādarśa 2, 68; Kuvalayānanda ed. Bombay, saṃvat 1952, p. 29 ff.). Diese rhetorische Figur, wo Eigenschaften eines Dinges auf ein anderes übertragen (*āropaya-*) werden, heißt *rūpaka* »Metapher«, »Tropus«, und wird von den

---

[1] So ist vielleicht der Text zu lesen: *upaṭṭhahan* = °*haṃ* ist also Nom. Sing. Part. Praes. Parasmaip., und *taṃ* = *tvam* zu fassen, das erste *sāraṃ* in *asāraṃ* zu ändern.

[2] Die Lieder der Mönche und Nonnen Gotamo Buddho's (Berlin 1899) S. 358.

[3] Dagegen ist 374 *tapanīyakatā va dhītikā* »wie eine goldene Puppe« zu übersetzen und die Stelle in »Die Heimat des Puppenspiels« S. 7 hinzuzufügen. Vgl auch Jātaka 3, 304, 25 *kañcanarūpaka*.

[4] Hopkins, AJPh. XX, 24. Vgl. auch MBh. 12, 321, 44.

Rhetorikern ausführlich behandelt und zergliedert. In der Dramatik ist *rūpaka* der allgemeinste Name für dramatische Aufführung, Schauspiel. Dhanaṃjaya, Daśarūpa 1. 7 sagt, es sei so genannt worden »wegen der Übertragung« (*samāropāt*), d. h. wie der Scholiast Dhanika, Dhanaṃjayas Bruder, erläutert, weil dem Schauspieler der Charakter der Person beigelegt wird, die er darstellt, wie z. B. des Rāma (*naṭe Rāmādyavasthāropeṇa vartamānatvād rūpakam*), und Dhanika führt als Parallele an *mukhacandra* »Gesichtsmond«, also die rhetorische Figur *rūpaka*. In dem Falle also, wo ein Schauspieler die Rolle des Rāma spielt, wäre Rāma das *rūpya*, der Schauspieler das *rūpaka*. An der ältesten Stelle, an der *rūpaka* erscheint, AV. 11. 11. 15 = 11, 9. 15 ed. Roth, bezeichnet es Gespenster, die in angenommener Gestalt auftreten. In der Münzkunde ist *rūpya* geprägtes Geld, auf dem Figuren, wie die des Śiva usw., sich befinden.[1] *rūpyarūpaka* ist also »ein mit Figuren gespieltes Stück«. Die Bezeichnungen *rūpopajīvana* und *rūpopajīvin* und der Zusammenhang in den Therīgāthā machen es wahrscheinlich, daß es sich nicht um Puppenspiele, sondern um Schattenspiele handelt.

In den heute in Indien gesprochenen arischen Sprachen ist *bahurūpī* (Marāṭhī, Gujarātī) oder *bahurūpiyā* (Hindī, Hindūstānī) »an individual of a class of people, that are dancers, actors, maskers, mimes, merry Andrews« (Molesworth). Grierson, dem ich den Hinweis darauf verdanke, sagte mir, daß die ganze Kunst dieser Leute oft nur darin besteht, daß sie in Verkleidung erscheinen, salām sagen und wieder abtreten, um nach kürzerer oder längerer Pause sich in neuer Verkleidung wieder zu zeigen. Daher ihr Name *bahurūpī* »vielgestaltig«. Ihre Kunst heißt *bahurūp*.

Wenn also das Wort *rūpa* einen so wichtigen Bestandteil in den Bezeichnungen für »Schattenspiel« bildet, so liegt es nahe, in dem Worte *lupadakhe* = *lūpadakkhe* = *rūpadakṣaḥ* den Namen für »Schattenspieler« zu suchen. *lupadakhe* findet sich in einer Inschrift in der Jogimara-Höhle, der zweiten der von Bloch besprochenen Höhlen im Rāmgarh Hill. Die Decke dieser Höhle ist mit Resten von Malerei bedeckt, die Bloch für über 2 000 Jahre alt erklärt hat. Das Alter bestätigen die Charaktere der Inschrift, die so lautet[2]:

Śutanuka nama | *devadaśikyi* |
taṃ kamayitha balunaśeye |
Devadine nama | *lupadakhe* |

Die Silbe *kyi* der ersten Zeile steht samt dem Abteilungsstrich tiefer und etwas seitlich rechts, was offenbar die Raumverhältnisse

[1] Dies bezeugt von den Nāṭas Pṛthvīdhara zu Mṛcchakaṭikā 10. 23 ed. Stenzler = 29. 251 ed. Godabole. Von *rūpya* stammt bekanntlich *Rupee*.
[2] Corpus Inscriptionum Indicarum I, Plate XV. Siehe S. 494.

erforderten. Über der ersten Zeile steht in kleinerer Schrift noch einmal:

Śutanuka nama
devadaśikyi

Die Sprache der Inschrift ist der Lāṭ-Dialekt. und die Inschrift handelt von einer Tempeldienerin Sutanukā und einem Devadinna, der *lupadakhe* genannt wird.

Bloch meint, Devadinna sei der Name des Malers der Höhle. *lupadakhe* bedeute also »Maler«. Das ist aber unmöglich. »Maler« könnte höchstens durch *citadakhe* = *citradakṣaḥ* ausgedrückt werden. In der hübschen Geschichte Kathāsaritsāgara 37, 1 ff. = Bṛhatkathāmañjarī 14, 150 ff. heißt bei Somadeva der Maler 37, 8 *citrakṛt*, der Steinmetz oder Bildhauer 37, 8 *rūpakṛt* und 37, 9 *rūpakāra*. bei Kṣemendra 14, 156 der Maler *citrakāra*, der Bildhauer *rūpakāra*. Wäre Devadinna etwa Steinmetz oder Bildhauer gewesen, so würde er sich in der Inschrift gewiß *lupakale* = *rūpakāraḥ* genannt haben, wie dies die Steinmetzen in den Inschriften ja bekanntlich tun, z. B. EI. I, 42: *praśastiḥ .... utkīrṇṇā rūpakāreṇa Sāṃpuleneyam ādarāt* (vgl. 49, 3): VIII, 117: *rūpakāraprakāṃḍasya Sīhakasyāṃgajanmanā praśastir iyam utkīrṇṇā Rāmadevena śilpinā*: Prācīnalekhamālā II. 101: *utkīrṇā ceyaṃ rū[pakā]ra ....* Als Tadbhava findet sich *rūvāri* = *rūpakārin* im Kanaresischen EI. II, 198; vgl. 207, Anm. 8.[1] *lupadakhe* könnte also höchstens »Steinmetz«, »Bildhauer« bedeuten. Aber es bedeutet weder dies noch »Schattenspieler«.

Unter den Bedeutungen, die die indischen Lexikographen[2] dem Worte *rūpa* geben, findet sich auch die von *granthāvṛtti*, ein Ausdruck, der sehr unklar ist. Wilson erklärt es mit: »acquiring familiarity with any book or authority by frequent perusal, learning by heart or rote«. Ihm folgt Apte: »acquiring familiarity with any book by learning it by heart or by frequent recitation«. Oppert, Vaijayantī p. 732 nimmt als Bedeutung an »re-reading a book«. Böhtlingk meint, eher bedeute es »Zitat«. Mahendra zu Hemacandra, Anekārthasaṃgraha 2, 294 (p. 46 ed. Zachariae) gibt als Beispiel für die Bedeutung: *ayugmaiḥ sampaṭhed rūpaiḥ*. offenbar nach Maṅkha zu 533: *ayugmaiḥ saṃpaṭhed rūpair yugmaiḥ rakṣasagāmi tu* (so!). Das wird im zweiten Teile zu korrigieren sein: *yugmair akṣaragāmi tu*, und der Sinn wird sein: »Man kollationiere mit ungleichen Abschriften, mit gleichen aber Buchstabe für Buchstabe.« »Ungleiche Abschriften« sind Abschriften von einer anderen Handschrift als das eigene Exemplar,

[1] Vgl. auch Bühler, Indische Palaeographie § 39.

[2] B.-R. s. v. p. 423 m). Auch Maṅkha 533: Śāśvata 82: Yādavaprakāśa 220, 55.

»gleiche« von derselben. *granthāvṛtti*, wörtlich »Wiederholung des Buches«, ist also = »Abschrift«, »Kopie«.

Das bestätigt auch die Erzählung Mahāvagga I, 49. Dort wird berichtet, daß die Eltern eines gewissen Upāli beratschlagten, wie sie wohl ihrem Sohne nach ihrem Tode das Leben recht bequem gestalten könnten. Wenn er die Schreibkunst (*lekha*) erlerne, so würden ihn die Finger schmerzen, wenn die Rechenkunst (*gaṇanā*), die Brust, wenn das *rūpa*, die Augen. Deswegen ließen sie ihn buddhistischer Mönch werden, weil die Mönche herrlich und in Freuden lebten. *rūpa* muß also einen Beruf oder eine Beschäftigung bedeuten, die die Augen angreifen. Die Schreibkunst kann nicht gemeint sein, da diese ja schon vorher genannt ist, ebensowenig die Kunst des Lesens, da dafür der feststehende Ausdruck *paṭhana* ist. d'Alwis[1] hat *rūpa* mit »drawing« »Zeichnen« übersetzt, was Childers s. v. ohne weitere Bemerkung anführt. Das wäre denkbar. Zusammengehalten aber mit der von den Lexikographen angegebenen Bedeutung wird man vielmehr *rūpa* mit »Kopieren«, »Abschreiben«, »Beruf des Kopisten« übersetzen. Mit diesem Beruf war zugleich der des Korrektors verbunden, wie sich gleich zeigen wird. Daß dieser Beruf die Augen noch bedeutend mehr anstrengt als das Zeichnen, liegt auf der Hand.

Nun wird auch *rūpadakkha* klar, das sich Milindapañha 344, 10 findet: *evarūpā kho mahārāja bhikkhū Bhagavato dhammanagare rūpadakkhā ti vuccanti*. In der sehr interessanten Stelle Milindapañha 341, 26 ff., wo eine Schilderung der Bewohner der »Heiligen Stadt des Erhabenen« gegeben wird, werden 343, 9 ff. verschiedene Klassen von Mönchen unterschieden: Feldherrn des Glaubens (*dhammasenāpatino*), Hauspriester (*purohitā*), Richter (*akkhadassā*), Lichtmacher (*jotakā*), Schützer des Glaubens (oder der Ordnung) (*dhammarakkhā*), die *rūpadakkhā*, Blumenhändler (*pupphāpaṇikā*), Fruchthändler (*phalāpaṇikā*), Händler mit Wohlgerüchen (*gandhāpaṇikā*), Branntweintrinker (*soṇḍapipāsā*)[2], Stadtwächter (*nagaraguttikā*), Händler mit dem Gesetz (*dhammāpaṇikā*), Gildemeister des Gesetzes (*dhammaseṭṭhino*), berühmte Gesetzkundige (*vissutadhammikā*). Die *rūpadakkhā* stehen zwischen den *dhammarakkhā* und den *pupphāpaṇikā*. Rhys Davids übersetzt *rūpadakkhā* nicht und bemerkt dazu[3]: »Literally 'skilled in form, shape, beauty'. The Simhalese repeats this ambiguous expression, adding the qualification amātyayo, 'ministers, officials'. One would think

---

[1] An Introduction to Kachchâyana's Grammar of the Pâli Language (Colombo 1863), p. 101.

[2] Trenckner schreibt *soṇḍā pipāsā* in zwei Wörtern, und Rhys Davids übersetzt demgemäß »thirsty and drunkards«. Offenbar ist aber *soṇḍipipāsā* zu schreiben.

[3] SBE. 36, 236, note 6

that these would have been the judges, but our author has already made the Arahats the judges in his Dhamma-nagara. This only leaves him some minor official post to give away to those learned in Canon Law, and he has chosen one as unintelligible in Ceylon as it is to me.« Prüft man, was von den *rūpadakkhā* ausgesagt wird, so sieht man leicht, daß es sich nicht um Beamte nach Art der Richter handelt. Die Stelle lautet: *ye pana te maharaja bhikkhū vinayaññū vinayakovidā nidanapaṭhanakusala āpattānāpattigarukalahukasatekicchaatekicchavuṭṭhānadesanāniggahapaṭikammaosāraṇanissāraṇapaṭisāraṇakusala vinaye paramiṃ gatā evarūpa kho maharaja bhikkhu Bhagavato dhammanagare rūpadakkhā ti vuccanti.* »Die Mönche aber, o Großkönig, die der Disziplin kundig sind, in der Disziplin erfahren, geschickt in der Angabe der Grundursache (eines Vergehens gegen die Disziplin), geschickt (in der Entscheidung darüber, ob) ein Vergehen vorliegt oder nicht, ob (das Vergehen) schwer oder leicht ist, ob es gesühnt werden kann oder nicht, wie es wieder gutgemacht, dargelegt, beseitigt, geheilt, entfernt, hinausgeschafft, gemildert werden kann, die in der Disziplin Meister geworden sind, solche Mönche, o Großkönig, werden in der Heiligen Stadt des Erhabenen die *Rūpadakkhā* genannt.«

Die entscheidenden Worte des Grundtextes sind *nidānapaṭhanakusalā*. Von den Mönchen, die der Disziplin kundig sind, bedeuten sie: »geschickt in der Angabe der Grundursache«. Außerhalb des Zusammenhanges aber würde man nur übersetzen: »geschickt im Lesen des Originals«. Das zeigt, das sie absichtiich gebraucht sind, um den Doppelsinn hervortreten zu lassen. Im folgenden braucht man an die Stelle von »Versehen« nur zu setzen »Fehler« und an die Stelle von »gesühnt« etwa »ausgemerzt«, was der Wortlaut ebensogut gestattet, so paßt alles ganz vorzüglich auch auf die Kopisten. Sie waren, wie schon angedeutet, zugleich Korrektoren des Originals, und wir begreifen nun, daß unsere Handschriften sooft »Verbesserungen« aufweisen, die schließlich bis zu ganz verschiedenen Rezensionen desselben Textes führten. Für die Geschichte der Textüberlieferung ist diese Stelle des Milindapañha von großer Wichtigkeit. Sie ist bei Bühler, Indische Palaeographie § 36E zugleich mit dem *lupadakhe* unserer Inschrift hinzuzufügen. *lupadakhe* = Pāli *rūpadakkho* = Sanskrit *rūpadakṣaḥ* bedeutet also »Kopist«, »Korrektor«.

Bloch hat die Vermutung ausgesprochen, daß die zweite Zeile der Inschrift sich entweder darauf beziehe, daß Sutanukā die Höhle stiftete, oder daß sie die über der Inschrift gemalten Szenen erkläre.

Ich glaube, daß die Inschrift einen sehr viel einfacheren Inhalt hat. *kamayitha* ist offenbar = *kāmayittha* und dies Aorist zu *kāmaya-*.[1] *balunaśeye* aber ist deutlich ein auf *-eya* oder *-ēyya* gebildetes Adjektivum. Solche Adjektiva werden auch von Namen von Örtlichkeiten abgeleitet, wie *Vārāṇaseya*, *Kauśāmbeya*, *Śrāvasteya*,[2] oder von Flüssen, wie von *nadī* selbst *nādeya*, ferner *Gāṅgeya*, *Apageya*. Ihnen gesellt sich *Balunaśeya* hinzu, das = **Bārṇāseya* ist. Constable's Hand Atlas of India verzeichnet fünf Flüsse namens *Banas*. Darunter ist einer, der in Rewa, Baghelkand fließt und auf Karte 28, B, d eingezeichnet ist. Hunter, The Imperial Gazetteer of India II², 45 berichtet über ihn folgendes: »Banás. — River of Chutia Nagpur, Bengal. Rises in the range of hills which separates Cháng Bhakár from Koreá State: flows in a westerly direction through Cháng Bhakár until it takes a bend to the north, following the boundary line of the State, which it leaves at its north-west corner, and passes into Rewá. It is a hill stream, with rocky bed and frequent rapids; there is no traffic.« Das ist der heimatliche Strom von Devadinna, nordwestlich vom Rāmgarh Hill, in dem die Höhle mit der Inschrift sich befindet. Die älteste nachweisbare Form des Namens *Banās* ist *Bārṇāsā* in Nr. 10 der Nāsik-Höhleninschriften, die jüngere *Baṇāsā* d. h. *Baṇṇāsā*, in Nr. 13 der Karle- und Nr. 14 der Nāsik-Höhleninschriften.[3] Aus *Bārṇāsā* wird im Lāṭ-Dialekt ganz regelrecht *Bāluṇāsā* oder *Bālunāsā* mit Teilvokal *u*.[4] Zu *Bālunāśā* ist dann das Adjektiv *Bālunāśeya* in der eben erwähnten Weise gebildet worden. Daß der Heimatsstrom, nicht die Heimatsstadt oder das Heimatsdorf, genannt wird, ist etwas sehr Altertümliches. Das tun durchweg die Verfasser der Dānastuti im Ṛgveda, wenn sie den Spender nennen, und bei der Zeremonie des Sīmantonnayana, die der Opferer während der ersten Schwangerschaft seiner Frau vollzieht, läßt er nach den Gṛhyasūtra von Lautenspielern einen Vers singen, in dem der Fluß rühmend erwähnt wird, an dem das Ehepaar wohnt.[5] Übrigens wäre es nicht unmöglich, daß ein Dorf

---

[1] E. Kuhn, Beiträge zur Pāligrammatik S. 113; Pischel, Grammatik der Prākritsprachen § 517; Senart, Les Inscriptions de Piyadasi II, 401; Mahāvastu I, 378.

[2] Vgl. Benfey, Vollständige Grammatik der Sanskritsprache § 494 nach Kāśikā zu P. 4, 2, 97. Im Pāli und den Sāñci-Inschriften ist *-eyyaka*, *-eyaka* gebräuchlicher: JPTS. 1888, p. 32, 40, 55, 95, 97; EI. II, 407 f. Vgl. aber auch Pāli *Lumbinēyya*, JPTS. 1888, p. 80.

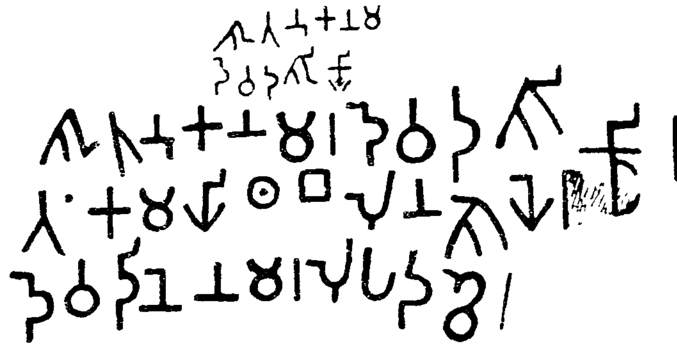
[3] Senart, EI. 7, 58; 8, 78, 80.

[4] Pischel, Grammatik der Prākritsprachen § 256, 229, 139, 140. Die *u*-Färbung des Teilvokals bestimmte das *l*. Der Nasal schwankt in den Inschriften bekanntlich außerordentlich: § 224. Die Sanskritform des Flußnamens ist vielleicht als **Drārṇāsā* anzusetzen.

[5] Oldenberg, ZDMG. 39, 88; Hillebrandt, Ritual-Litteratur § 11.

denselben Namen geführt hätte wie der Fluß, an dem es lag. Hunter a. a. O. erwähnt ein Dorf Banāsa in Garhwāl.

Mit Einsetzung der Längen und der verdoppelt geschriebenen Konsonanten lautet also die Inschrift:



Śutanukā nama devadāśikyi
taṃ kāmayittha Balunāśeye
Devadinne nāma lūpadakkhe

Und die Übersetzung ist: »Die Tempeldienerin namens Sutanukā. Sie liebte der von der Bārṇāsā stammende Kopist namens Devadinna.«

Die schöne Sutanukā scheint noch andere Männer begeistert zu haben, wie die über der ersten Zeile stehenden wiederholten Worte in kleinerer Schrift zeigen. Jedenfalls ist diese aus spätestens der Mitte des 2. Jahrhunderts v. Chr. stammende, wahrscheinlich aber viel ältere Inschrift das älteste indische Zeugnis für die Sitte, die sich bis auf die Bänke unserer Auditorien fortgepflanzt hat, den Namen der Geliebten durch Einschneiden in Holz oder Einmeißeln in Stein zu verewigen. Devadinna hat seine geliebte Sutanukā dauernder verherrlicht, als wenn er ihren Namen in »alle Rinden« eingeschnitten hätte.

Von den alten volkstümlichen Schattenspielen ist uns nichts erhalten. Die Dramatiker überliefern eine große Anzahl Namen von uns bis jetzt ganz unbekannten Gattungen von Dramen und geben eine kurze Beschreibung. Das Schattenspiel ist nicht darunter. Erst spät erscheinen in der Literatur Stücke, die sich Chāyānāṭaka »Schattenschauspiel« nennen, also mit einem ganz anderen Namen als dem des alten Schattenspiels. Eine Beschreibung eines dieser *Chāyānāṭaka*, des *Dūtāṅgada* des Dichters Subhaṭa, hat zuerst Wilson gegeben.[1] Wilson deutet *Chāyanaṭaka* als »the shade or outline of a drama« und meint »the composition was perhaps intended to introduce a spectacle of the battle and procession, as it is otherwise difficult to conceive what

[1] Select Specimens of the Theatre of the Hindus II³, 390.

object its extreme conciseness could have effected«. Aufrecht bemerkt[1]: »*Chāyānāṭakae* vocabulo quid significetur, non constat.« Sylvain Lévi, der zuerst die ganze Gattung im Zusammenhange behandelt hat[2], sagt: »Leur nom est obscur: on serait tenté de l'expliquer par 'ombre de drame' si les règles de la grammaire ne s'opposaient à cette analyse du composé chāyānāṭaka. Elles admettent du moins une explication voisine et presque identique: 'drame à l'état d'ombre'.« Ich selbst habe bisher das Wort an Marāṭhī *chāyā* »an imperfect representation«, »an adumbration« angeknüpft, als »Schatten von einem Spiel« oder »halbes Drama« gedeutet und jeden Zusammenhang mit dem Schattenspiel geleugnet.[3]

Außer dem Dūtāṅgada hat Lévi noch Analysen gegeben von dem *Haridyūta*[4] eines unbekannten Verfassers und dem *Rāmābhyudaya* und *Subhadrāpariṇayana* des Vyāsa Śrī-Rāmadeva, der Spezialist in Chāyānāṭakas gewesen zu sein scheint, da er noch ein drittes Stück dieser Art verfaßt hat, das *Pāṇḍavābhyudaya*.[5] Rāmadeva schrieb unter einem Könige Haribrahmadeva, von dem wir Inschriften aus den Jahren 1402 und 1415 haben[6], und dessen Enkel Vīra Raṇamalladeva[7]. Die Stücke des Rāmadeva unterscheiden sich in nichts von den üblichen Machwerken der späteren Dramenfabrikanten. Weshalb sie Chāyānāṭaka genannt worden sind, ist bei ihnen so wenig abzusehen, wie bei dem *Sāvitrīcaritra*, das Śaṃkaralāla 1883 in 7 Akten verfaßt hat.[8] Das *Haridyūta*, das Lévi unter die Chāyānāṭaka rechnet, bezeichnet sich selbst nirgends so, sondern nur als *Nāṭaka*. Es trägt unzweifelhaft ein volkstümliches Gepräge, erinnert auch in seiner Anlage an das Dūtāṅgada. Ob es aber als Chāyānāṭaka anzusehen ist, bleibt doch zweifelhaft. Nichts Näheres erfahren wir über das Chāyānāṭaka, das Rājendralāla Mitra anführt als handelnd: »on the history of the Ādil Shāhī dynasty«.[9]

---

[1] Catalogus codicum manuscriptorum Sanscriticorum postvedicorum quotquot in Bibliotheca Bodleiana adservantur I. 139.

[2] Le théatre indien (Paris 1890), p. 241 f.

[3] GGA. 1891, S. 358 f.; DL. 1902, 403.

[4] Daß dies, nicht Haridūta, wie Lévi angibt, der Titel des Stückes ist, hat Bendall bemerkt: Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the British Museum (London 1902), p. 106, n. 3.

[5] Eggeling, Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the Library of the India Office, Part VII, p. 1602, No. 4187.

[6] Bendall, JRAS. 1898, p. 231; Catalogue, p. 106.

[7] Eggeling, a. a. O.

[8] Vgl. Lévi, a. a. O. p. 241. Die dem Buche beigegebenen Bilder könnten höchstens den Gedanken an ein Schattenspiel erwecken. So reichhaltig war aber die Ausstattung des Schattenspiels wohl nicht.

[9] Lévi, a. a. O. Appendice p. 46.

So bleibt für eine Untersuchung über das Chāyānāṭaka auch heute noch allein das *Dūtāṅgada* des Subhaṭa übrig, das von Durgāprasād und Kāśināth Pāṇḍurang Parab, Bombay 1891 (= Kāvyamālā 28.) herausgegeben ist. Subhaṭa ist ein später Schriftsteller. Die Herausgeber des Dūtāṅgada nehmen an, daß er unter Kumārapāla lebte, dem Gönner des großen Polyhistor Hemacandra, der ihn in einem eigenen Gedicht in Prākrit, dem *Kumārapālacarita*, verherrlicht hat. Von Kumārapāla besitzen wir Inschriften aus den Jahren 1145—1169[1]: er wurde gekrönt im Jahre 1142.[2] Bendall hat dagegen bemerkt, daß Subhaṭa vielmehr unter Tribhuvanapāla schrieb, dem fünften Nachfolger Kumārapālas, von dem wir eine Inschrift aus dem Jahre 1242 besitzen[3], und daß das *Dūtāṅgada* bei einer Gedächtnisfeier des Kumārapāla verfaßt wurde.[4] Das ist zwar von Keith bezweifelt worden[5], aber unzweifelhaft richtig. Die Stelle lautet in der Ausgabe p. 2, 5 ff.: *mahārājādhirājaśrīmatTribhuvanapāladevasya pariṣadājñayā prabandhaviśeṣam aham upakramamāṇo 'smi bho bhoḥ sāmājikāḥ śṛṇuta sāvadhānāḥ yad adya vasantotsave devaśrīKumārapāladevasya yātrāyāṃ padavākyapramāṇapāraṃgatena mahakavinā śrīSubhaṭena vinirmitaṃ Dūtāṅgadaṃ nāma chāyānāṭakam abhinetavyam* »Auf Befehl der Versammlung des Oberkönigs der Großkönige, des erhabenen Tribhuvanapāladeva, stehe ich im Begriff, an die Ausführung eines bestimmten literarischen Werkes zu gehn. He, he, ihr Zuschauer! Höret aufmerksam zu! Heut am Frühlingsfest bei dem Aufzuge zu Ehren des göttlichen[6], erhabenen Kumārapāladeva soll das Schattenspiel Dūtāṅgada aufgeführt werden, verfaßt von dem großen Dichter Subhaṭa, der die höchste Autorität im Gebrauche der Worte und Sätze ist.« Daß die Worte *devaśrīKumārapāladevasya yātrāyām* nur übersetzt werden können: »bei dem Aufzuge zu Ehren des göttlichen erhabenen Kumārapāladeva«, wie ich getan habe, zeigen zahlreiche Parallelen aus anderen Werken. Man vergleiche: Mahāvīracarita 2, 2 ed. Bombay. 1902 = Uttararāmacarita 1,6 ed. Calc. 1870 *bhagavataḥ Kālapriyanāthasya yātrāyām*; Mālatīmādhava 8, 2 ed. Bhāṇḍārkar *bhagavataḥ Kālapriyanāthasya yātrāpra-*

[1] Kielhorn, A List of the Inscriptions of Northern India, Supplement p. 14 (= LIXI. S).

[2] Bühler, Über das Leben des Jaina-Mönches Hemachandra (Wien 1889), S. 76.

[3] Kielhorn, a. a. O.

[4] JRAS. 1898, p. 229 f.; Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the British Museum (London 1902), p. 105 f.

[5] A Catalogue of the Sanskrit and Prākrit MSS. in the Indian Institute Library Oxford (Oxford 1903), p. 81.

[6] *deva* fehlt in einigen Handschriften. Andere Abweichungen, die mit der hier berührten Frage nichts zu tun haben, bleiben hier unerwähnt.

saṅgena: Prasannarāghava 2,2 *bhagavataḥ Śaṃkarasya yātrāyām*; Anargharāghava 6, 4 *bhagavataḥ Puruṣottamasya yātrāyām*: Caitanyacandrodaya 1, 14 *bhagavataḥ śrīPuruṣottamasya Guṇḍicāyātrāyām*: Karṇasundarī 3, 2 *bhagavato Nābheyasya yātrāmahotsave*: Rasasadanabhāṇa 3, 16 *śrīBhadrakālikāyāḥ keliyātrāyām*: Hitopadeśa 85, 12 ed. Schlegel-Lassen = 95, 11 ed. Peterson *bhagavato Garuḍasya yātrāprasaṅgena* usw. Daß Tribhuvanapāla seinem Ahnen Kumārapāla göttliche Ehre erwies, ist von großem Interesse. Subhaṭas Zeit läßt sich also genau bestimmen. Da Tribhuvanapāla nur kurze Zeit regiert hat, muß das *Dūtāṅgada* um 1242 geschrieben sein. Dazu stimmt die Erwähnung des Subhaṭa durch seinen Zeitgenossen Someśvara in der Kīrtikaumudī 1, 24, worauf bereits Durgāprasād und Parab hingewiesen haben. Someśvara ist Verfasser von inschriftlichen Praśastis, deren früheste ins Jahr 1230, die späteste ins Jahr 1253 fällt.[1] Daß Zeitgenossen sich gegenseitig preisen, ist aus dem Beispiele des Rājaśekhara bekannt, der Lobsprüche des Aparājita, Kṛṣṇaśaṃkaraśarman oder Śaṃkaravarman und Daivajña erwähnt.[2]

Da Subhaṭa ein so später Schriftsteller ist, sollte man erwarten, daß sein *Dūtāṅgada* gut überliefert worden ist. Das ist aber nicht der Fall. Im Gegenteil, es gibt fast ebenso viele *Dūtāṅgadas* als es Handschriften gibt. Zunächst heben sich zwei Bearbeitungen scharf voneinander ab, eine kürzere und eine längere, die aber in sich nicht etwa eine geschlossene Handschriftengruppe bilden. Die Ausgabe in der Kāvyamālā stellt die kürzere Bearbeitung dar. Sie enthält nur 56 Strophen und wenig Prosa. Derselben Bearbeitung gehören auch die MSS. A = British Museum, Bendall Nr. 269, B = India Office Library, Eggeling Nr. 4188, C und D = Bodleian Library, Aufrecht Nr. 276, 277 an. A hat nach seiner eigenen Zählung 72 Strophen, B 48, C 58, in D zähle ich nur 33. Von der längeren Bearbeitung dagegen hat E = India Office Library, Eggeling Nr. 4189 nach eigener Zählung 138 Strophen. Die Zählungen der MSS. sind aber ungenau: E ist außerdem von fol. 9 an ganz in Unordnung, während es vorher ganz ausgezeichnet ist. Die ganze Anordnung des Stückes ist aber in den Handschriften sehr verschieden, nicht bloß die Textabweichungen im einzelnen. So fehlen z. B. in A von der Ausgabe p. 1, 12—2, 11; 2, 14—19; 3, 5—10; 21; 4, 3—8.

[1] Kielhorn, LIXL, Nr. 210, 212 n. 222. Subhaṭa, der Verfasser der Inschriften aus der Zeit des Udayasiṃhadeva und Cāciga aus den Jahren 1273, 1276 und 1277 (Kielhorn, a. a. O. Nr. 700—702) ist mit unserem Subhaṭa schwerlich identisch.

[2] Konow, Rājaśekhara's Karpūramañjarī, p. 190 f.

Hinter 4. 10 schiebt A die folgenden zwei Strophen rein erzählenden Inhalts ein:

itīrayan rodhān apaśyat 'sais tuṣṭaiḥ kaṇṭakitair vapurbhiḥ
tato 'vadad Vālisutaḥ samutthāt saṃsthāpya tatraiva mahāsahāyam 10
naraṃśuraśrāṃśuraś cāmalair jvalena abhedhyam maṇikuṇḍalābhyām
viraśa vidyadharavarttmanaḥ puraṃ niruddhabāhinavorumārgam 11
Rāvaṇo Mandodarīṃ prati

Unmittelbar dahinter folgt dann die Strophe 14 = p. 5. 8. 9 der Ausgabe: es fehlt also hier p. 4.11—5.7), auf die vier Strophen folgen, die in der Ausgabe ganz fehlen, zum Teil sich aber in andern Handschriften finden, wenn auch an anderer Stelle. An die letzte der vier Strophen schließt sich in A an Strophe 18 = p. 6. 2 ff. der Ausgabe. Es fehlt also p. 5.10—6.1 einschließlich. Und so geht es fort. Dasselbe wiederholt sich in den anderen Handschriften. Die kürzeste Bearbeitung enthält D.[1]

Subhaṭa gibt Strophe 56 selbst an, daß nicht alle Strophen von ihm selbst herrühren, sondern daß er einiges »von älteren, vortrefflichen Dichterfürsten« genommen habe. Damit scheint er einzugestehen, daß die Dichtung an sich ihm nicht die Hauptsache war, sondern daß sie ihm nur als Unterlage für eine Vorführung der Personen diente. Zugleich war damit für alle Rūpadakṣās die Möglichkeit zu Einschiebungen in weitem Umfange gegeben. Soweit ich bis jetzt die Quellen der kürzeren Bearbeitung feststellen konnte, befinden sich darunter Murāri, Rājaśekhara, angeblich Bhavabhūti, und vor allem das *Hanumannāṭaka* oder *Mahānāṭaka*, das ja in seinen verschiedenen Rezensionen ebenfalls Strophen älterer Dichter enthält.[2] Vergleicht man das *Dūtāṅgada* in seinen handschriftlichen Fassungen mit dem *Hanuman-* oder *Mahānāṭaka*, so wird man sich sofort überzeugen, daß beide derselben Klasse der Dramen angehören. Das *Hanumannāṭaka* behandelt den ganzen Stoff des Rāmāyaṇa, das *Dūtāṅgada* nur eine kurze, einzelne Episode. Rāma schickt den Affen Aṅgada zu Rāvaṇa, um die Sītā zurückzufordern. Rāvaṇa schlägt die Rückgabe ab und schreitet zum Kampfe. Am Schlusse treten zwei Gandharven auf, die durch die Luft wandeln und sich über den Tod des Rāvaṇa unterhalten. Hinter der Bühne werden Strophen rezitiert, die die Freude über den Tod des Rāvaṇa ausdrücken und

[1] Die Bezeichnungen der Handschriften sind hier nur provisorisch, da ich noch nicht das ganze Material beisammen habe.

[2] Ich begnüge mich hier auf Anundoram Borooah, Bhavabhūti and his Place in Sanskrit Literature (Calcutta 1878) p. 5 ff. zu verweisen. Vgl. auch GGA. 1885, 760, Anm. 1. Besonders in der längeren Rezension des Dūtāṅgada sind viele Strophen aus dem Mahānāṭaka.

das Auftreten des Rāma ankündigen. Dieser erscheint auf seinem Wagen mit Sītā und schildert ihr das Schlachtfeld in einer Strophe, die aus Rājaśekharas Bālarāmāyaṇa 10, 20 genommen ist, auch im *Mahānāṭaka* steht und oft von den Rhetorikern zitiert wird. Darauf folgt das Bharatavākya und die eben erwähnte Strophe 56. Nur an ganz wenigen Stellen, die aber nicht einmal in allen Handschriften stehen, findet sich ein kurzer Dialog. Meist werden nur Verse gegeben und auch der Fortgang der Handlung in Versen geschildert, wie in den mitgeteilten Strophen 10 und 11 der Handschrift A. Genau so verfährt das *Mahānāṭaka*. Und wie in diesem jedes Prākrit fehlt, so auch in mehreren Handschriften des *Dūtāṅgada*. Max Müller hat bereits 1846 die Vermutung ausgesprochen[1], daß wir in dem *Mahānāṭaka* mehr eine epische, als eine dramatische Dichtung zu sehen haben. In den Grundbestandteilen des Werkes glaubte er die Überreste einer alten epischen Dichtung, oder die ersten Versuche dramatischer Kunst erblicken zu müssen. Daß dieses Urteil durchaus zutreffend ist, habe ich schon 1885 bemerkt.[2] Auch Lévi rechnet das *Mahānāṭaka* unter die Stücke, die einen Zustand des Theaters widerspiegeln, der lange vor Kālidāsa liegt, und kommt zu demselben Resultate wie Max Müller.[3] Ohne Zweifel ist das *Mahānāṭaka* in seinen Grundlinien ein sehr altes Stück oder das Abbild eines solchen. Darauf weist auch die bekannte Legende hin, wonach Hanumant es auf einen Felsen eingegraben, nachher aber Vālmīki zuliebe diesen Felsen ins Meer gestürzt habe. Zur Zeit des Bhoja, also im 11. Jahrhundert, seien Bruchstücke zum Vorschein gekommen, die Bhoja durch die Dichter Dāmodaramiśra oder Madhusūdanamiśra zusammensetzen und ergänzen ließ.[4] Daß ganze Dramen auf Steinplatten geschrieben wurden, ist ja erwiesen.[5] Die Legende zeigt jedenfalls, daß man eine Tradition über ein älteres *Mahānāṭaka* hatte[6], das sich vielleicht zu dem jetzt vorhandenen ähnlich verhielt, wie die kürzere Rezension des *Dūtāṅgada* zu der längeren.

[1] Jahrbücher für wissenschaftliche Kritik 1846, I, S. 472 ff.

[2] GGA. 1885, S. 760, Anm. 1.

[3] Le théatre indien p. 156. 244.

[4] Lévi, a. a. O. S. 243. Ich möchte schon hier darauf hinweisen, daß die Bhojaprabandha (ed. Parab, Bombay 1896) p. 70 und Prabandhacintāmaṇi p. 98 f. erwähnte Strophe *ayi khalu viṣamaḥ* usw. sich nicht bloß in beiden Rezensionen des Mahānāṭaka findet (14, 49 der längeren, 9, 97 der kürzeren Rezension), sondern auch im Dūtāṅgada, Strophe 40, ebenfalls in beiden Rezensionen. In der Śārṅgadharapaddhati 4005 wird sie anonym (*kasyāpi*) angeführt. Näheres behalte ich mir für die Ausgabe des Dūtāṅgada vor.

[5] Kielhorn, Bruchstücke indischer Schauspiele in Inschriften zu Ajmere in Festschrift zur Feier des 150jährigen Bestehens der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Berlin 1901.

[6] Vgl. auch Lévi, a. a. O., Appendice p. 40.

Daß aber das *Mahānāṭaka* und das *Dūtāṅgada* in irgend einer Weise mit dem alten Schattenspiele zusammenhängen, möchte ich jetzt, nachdem ich die Handschriften des *Dūtāṅgada* kennen gelernt habe, für sehr wahrscheinlich halten. Vom *Mahānāṭaka* sagt Lévi sehr treffend[1]: »Un grand nombre de personnages traversent l'action, paraissent, parlent et s'évanouissent en quelque sorte dans le récit.« Im *Dūtāṅgada* ist die Zahl der auftretenden Personen natürlich geringer, da es ja nur einem Akte des *Mahānāṭaka* entspricht. Immerhin ist sie im Verhältnis zum Umfange des Stückes recht groß. Es treten in dem gedruckten Texte auf: Rāma, Lakṣmaṇa, Aṅgada, Sugrīva, Rāvaṇa, Mandodarī, Vibhīṣaṇa, Mālyavant, Prahasta, eine falsche Sītā, eine Rākṣasī, viele Rākṣasa, die Gandharven Hemāṅgada und Citrāṅgada, hinter der Bühne ein Barde, und als stumme Person Sītā. Auch sonst wurde dem Auge, namentlich am Schlusse, viel geboten, so daß Wilson[2] und Lévi[3] gemeint haben, daß der Haupteffekt dieses und aller ähnlichen Stücke in der Ausstattung gelegen habe. Denkt man sich alles ursprünglich mit Schattenbildern vorgeführt, so wird die ganze Art der Stücke verständlich. An die Puppenspiele erinnert, daß im *Mahānāṭaka* und *Dūtāṅgada* Aṅgada und Rāvaṇa, im *Haridyūta* Kṛṣṇa und Duryodhana als große Bramarbasse geschildert werden. Ein Vidūṣaka fehlt. In den volkstümlichen Schattenspielen war gewiß der Dialog nur teilweise ausgeführt und der Improvisation weiter Spielraum gelassen, wie das ja das charakteristische Merkmal des ältesten indischen Dramas ist.[4] Diese Eigentümlichkeit ist auf das *Chāyānāṭaka* übertragen worden.

Ob man aus dem in der Handschrift C gebrauchten Ausdruck *Dūtāṅgadaṃ nāma cchāyānāṭakam abhinayasaṅghair unmīlayiṣyāmi* »ich werde das Schattenspiel Dūtāṅgada in einer Reihe von Darstellungen vor Augen führen« auf bildliche Vorführung schließen darf, ist nicht sicher. Immerhin ist der Gebrauch von *unmīlaya-* in diesem Zusammenhange ganz ungewöhnlich. Er erinnert an *unmīlita* »eingraviert«, das in den Śāsana auf Kupfertafeln gebraucht wird und mit *utkīrṇa* »ausgeschnitten«, »eingegraben«, »eingeritzt« wechselt[5], könnte sich also auf eine bildliche Wiedergabe beziehen.

Mag das *Chāyānāṭaka* zur Zeit des Subhaṭa mit Schattenspielfiguren oder durch Schauspieler selbst vorgeführt worden sein, das

[1] A. a. O. p. 244.

[2] Theatre of the Hindus p. 390: the composition was perhaps intended to introduce a spectacle of the battle and procession.

[3] A. a. O. S. 242: toutes ces pièces . . . . semblent des ouvrages de circonstance, destinés à amener un spectacle final, à justifier un grand déploiement de mise en scène.

[4] GGA. 1891, S. 357 f.

[5] Bühler, Indische Palaeographie § 39, S. 95, 12 v. u.

scheint sicher zu sein, daß es eine literarische Fortbildung des alten volkstümlichen Schattenspiels ist. Das beweisen vor allem auch die Proben des siamesischen Schattenspiels *Phra: ràxănĭphŏn Ramăkien*, die F. W. K. Müller herausgegeben hat.[1] Wie das *Mahānāṭaka* und *Dūtāṅgada*, behandelt auch dieses Schattenspiel eine Episode aus dem Rāmāyaṇa in ganz derselben epischen Weise.[2] Die gereimten Verse werden in kurzen Zwischenräumen durch Anweisungen für die Musiker oder den Regisseur unterbrochen. Indrajit, Hanumant, Sugrīva sprechen in demselben renommierenden Tone wie die Helden der Sanskritdramen, und die ganze Sprache ist ebenso blumenreich und schwülstig wie in diesen. Der Charakter des Schattenspiels tritt so wenig hervor, daß man, wie Müller S. 4 bemerkt, versucht sein könnte, diese Bücher für Textbücher zu einem Drama zu halten, wenn nicht in der einen der beiden Handschriften ausdrücklich an den Rand geschrieben wäre *năng* (Lederfiguren). Mit den Karagözstücken hat diese Art der Schattenspiele nichts gemein. An jene erinnern vielmehr Volksstücke, wie die in Almor aufgeführten[3], teilweise auch die Bhāṇa. Die indischen und siamesischen Stücke sind eben literarische Nachbildungen. Jacob hatte aber das richtige Gefühl, als er in den Inhaltsskizzen der *Chāyānāṭaka* »deutlich die charakteristischen Züge der wirklichen Schattenbühne« zu erkennen glaubte.[4] *Chāyānāṭaka* bedeutet in der Tat das, was die wörtliche Übersetzung an die Hand gibt: »Schattenspiel«. Wann dieser Name aufgekommen ist und warum er den alten Namen *Rūpyarūpaka* verdrängt hat, ist augenblicklich noch nicht zu sagen.

Durch den Nachweis des Schattenspiels in alter Zeit ist die letzte Lücke in der Entwicklung des indischen Dramas ausgefüllt. Ich will hier nicht noch einmal alles zusammenstellen, was Lévi und ich selbst gegen den griechischen Einfluß auf das indische Theater ausgeführt haben. Selbst der eifrigste Verfechter des griechischen Einflusses, Vincent A. Smith, muß zugestehen, daß Alexanders Feldzug »left upon India no mark save the horrid scars of bloody war .... She continued to live her life of 'splendid isolation', and soon forgot the passing

[1] Internationales Archiv für Ethnographie, Band VII (Leiden 1894), Supplement. Auf Tafel IV findet sich eine Abbildung des Aṅgada.

[2] Ganz epische Form mit eingelegten Strophen aus dem Drama zeigt die Handschrift F = Bodleian Library, Aufrecht Nr. 278. Hier heißen die Abschnitte *Sarga*, das Ganze aber am Schlusse trotzdem *Chāyānāṭaka*. Diese Handschrift erfordert eine eigene Bearbeitung.

[3] Eine deutsche Übersetzung der Abhandlung von Minajev wird im Anhange zur Übersetzung der Indischen Märchen und Legenden aus Kamaon demnächst Frl. Olga Niebuhr veröffentlichen.

[4] Das Schattentheater in seiner Wanderung vom Morgenland zum Abendland, S. 4. Die Herkunft des siamesischen Schattenspiels vom javanischen und die Ursprünglichkeit des javanischen wird durch den Nachweis des indischen sehr in Frage gestellt.

of the Macedonian storm«.[1] Liest man dagegen die Fragmente der Scriptores de rebus Alexandri Magni, so sieht man, welchen Eindruck auf die Griechen Indien gemacht hat, obwohl sie das eigentliche Indien überhaupt nicht kennen lernten. Und im Milindapañha, der uns in die Zeit des Griechisch-Indischen Reiches versetzt, ist es nicht der Inder, der dem griechischen Einflusse unterliegt, sondern der griechische König Menander tritt zum Buddhismus über.[2] Schon Sophokles hat in der Antigone 905—913 im Anschluß an Herodot III, 19 ein zweifellos orientalisches Motiv verwertet, mag es ursprünglich indisch oder persisch gewesen sein.[3]

Die von Grenfell und Hunt aus den Oxyrhynchus Papyri 1903 veröffentlichte Farce spielt an der indischen Küste, und die darin auftretenden Inder werden in ihrer Sprache redend eingeführt. Das ist durchaus ungriechisch, aber ein charakteristischer Zug der orientalischen Komödien.[4] Wir sind so sehr gewohnt, überall, wo griechisches und orientalisches Wesen sich berühren, ohne weiteres den Griechen den Vorzug einzuräumen, daß man noch gar nicht ernstlich die Frage erwogen hat, was denn die Griechen dem Orient verdanken. Man vergißt auch völlig, daß die Inder bereits längst die Höhe einer eigenartigen, hohen Kultur erreicht hatten, als die Griechen sie kennen lernten, und daß man nicht immer mit Athen operieren darf, sondern daß auch die Kolonien ein Wort mitzureden haben. Die Frage, ob der griechische Mimus einen Einfluß auf den Orient gehabt hat[5], ist für Indien rundweg zu verneinen. Hat eine gegenseitige Beeinflussung stattgefunden, so sind die Griechen die Entlehner. Vorläufig brauchen wir »die indischen Ansprüche noch nicht bedeutend zugunsten der griechischen herabzusetzen«[6] und altindische Erzeugnisse darauf zu prüfen, ob sie etwa den Stempel zeigen: »Made in Greece.«

[1] The Early History of India (Oxford 1904) p. 105.

[2] Ich stimme ganz Garbe, Deutsche Rundschau 28, 267 f. bei.

[3] Hermes 28, 465 ff.; 29, 155 f.

[4] Jacob, Türkische Litteraturgeschichte in Einzeldarstellungen I, 29 ff. (Berlin 1900).

[5] Reich, Der Mimus I, 616 ff.; DLZ. 1903, S. 2682 ff. Zum Wandern der indischen Schauspieler will ich hier außer auf den Ausdruck *cāraṇa* nur auf die Erzählung von Sāmā, Jātaka III, 59 ff. = Mahāvastu II, 168 ff. und auf Harivaṃśa 2, 91, 29 f. = 8578 f. ed. Calc. verweisen. Das Avadānaśataka verlegt die dramatische Kunst bereits in die Zeit des Buddha Krakucchanda. Ein Lehrer der Schauspieler (*naṭācārya*) kommt aus dem Dekhan nach Sobhāvatī und führt mit seinen Schauspielern ein buddhistisches Stück auf (S. v. Oldenburg, Zapiski IV, 393 f.).

[6] Horovitz, Spuren griechischer Mimen im Orient (Berlin 1905), S. 96.

Ausgegeben am 10. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Hr. Hertwig las »über den Krebs der Mäuse und über die Übertragung desselben durch Transplantation« nach gemeinsam mit Dr. Poll ausgeführten Untersuchungen.

Die Transplantation von kleinen Stücken des Krebsgewebes wurde unter Anderem auch in der Absicht vorgenommen, von Tag zu Tag an conservirtem Material die eintretenden histologischen Veränderungen genauer zu verfolgen. Während die Mitte des Transplantates regelmässig abstirbt, bleiben Nester und Stränge von Krebszellen in der Rinde erhalten, von denen aus die Regeneration des Tumors unter vollständiger Beibehaltung seines Typus rasch erfolgt. Unter den untersuchten Primärtumoren befand sich einer, welcher sich von den bisher bekannt gewordenen durch ausgebreitete Verhornungen der centralen Partien (dicke Stränge und Nester verhornter Zellen, die durch Metamorphose oberflächlich gelegener Stränge protoplasmatischer Geschwulstzellen entstehen) unterscheidet.

Ausgegeben am 31. Mai.

1906.

XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Schäfer sprach über die Sundzollrechnungen.

Die Drucklegung der Schiffslisten ist bis 1620 vorgeschritten. Der ausserordentliche Werth dieser nun sich eröffnenden Geschichtsquelle für die Kenntniss der nordeuropäischen Entwickelung wurde nach den Hauptrichtungen erörtert.

*2. Hr. Koser las »Über eine Sammlung von Originalbriefen Friedrich's des Grossen an Voltaire«.

Die bisher unbekannte, soeben in Frankreich aus Privatbesitz für das Berliner Geheime Staatsarchiv angekaufte Sammlung umfasst 184 Briefe aus den Jahren 1740 bis 1777. Mehr noch als in der verhältnissmässig kleinen Zahl von noch ungedruckten Stücken liegt der Werth der Erwerbung darin, dass gegenüber den durch Auslassungen, Einschiebungen und sonstige Änderungen sowie durch zahlreiche falsche Daten entstellten Texten sämmtlicher Ausgaben jetzt auf Grund dieser Originale und einiger kleinerer in den letzten Jahren angekauften Sammlungen zum ersten Male die Vorlegung eines völlig gesicherten Textes ermöglicht wird. Die authentische neue Ausgabe wird für die »Publikationen aus den Preussischen Staatsarchiven« vorbereitet.

Ausgegeben am 31. Mai.

1906.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Warburg las über die Ozonisirung des Sauerstoffs und der atmosphärischen Luft, nach Versuchen in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. Leithäuser.

Bei der stillen Entladung aus kleinen negativen Metallkugeln wurden aus atmosphärischer Luft bei einer Concentration von 8—9g Ozon im Kubikmeter 30g Ozon pro Kilowattstunde erhalten. Nitrose Gase werden in Gegenwart von Ozon leicht von verdünnter Natronlauge absorbirt. Wasserdampf setzt die Ozonbildung herab, mehr in atmosphärischer Luft als in Sauerstoff, um so mehr, auf eine um so grössere Entfernung von der Elektrode hin das Gas zum Leuchten kommt.

2. Hr. Koser überreichte den Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

3. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff machte Mittheilung von einigen Ergebnissen der Grabungen, die die Königlichen Museen in Hermupolis und Elephantine auf Papyri veranstaltet haben. Das Merkwürdigste sind Reste von zwei Gedichten der Korinna und ein Blatt aus der ältesten Ptolemäerzeit mit einer Anzahl poetischer Sprüche.

4. Hr. Pischel machte Mittheilung aus einem Briefe des Leiters der Königlich Preussischen Expedition nach Chinesisch-Turkestān, Prof. Grünwedel, datirt aus Kumtura bei Kutscha vom 21. Februar 1906. Danach war die Ausbeute an Manuscripten in den Ming Oi-Höhlen bei Kumtura nicht sehr bedeutend, da im Frühjahr 1903 die Japaner die Höhlen ausgeräumt hatten. Um so bedeutender waren die archäologischen Funde. Besonders merkwürdig sind die Typen der Stifter der Höhlentempel: Leute, die einem rothhaarigen, blauäugigen Volke angehören, in unzweifelhaft iranischer Tracht, mit ganz ungeheuren eisernen Schwertern. Ferner sind figurenreiche buddhistische Fresken gefunden worden, die ein ganz eigenartiges buddhistisches Pantheon aufweisen. Durch die Bemühungen des Hrn.

von Lecoq ist ferner eine ausgezeichnete ethnographische Sammlung zusammengebracht worden, wie sie kein Museum der Erde besitzt und in dieser Vollständigkeit nie mehr zusammenbringen kann. Die eigenartige alterthümliche Keramik des Landes und zahlreiche Stickereien in alttürkischen Mustern, die in Turkestān selbst schon Seltenheiten sind, sind vornehmlich gesammelt worden. Grosse Verdienste hat sich um die Sammlungen der Expedition auch der energische und unermüdliche Hilfsarbeiter Hr. Bartus erworben.

5. Hr. Zimmermann überreichte das von ihm herausgegebene Werk: Der Eisenbahnbau. Bd. 2. Berechnung, Konstruktion, Ausführung und Unterhaltung des Oberbaues. 2. Aufl. Leipzig 1906.

6. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie bewilligt durch die physikalisch-mathematische Classe: Hrn. F. E. Schulze zur Anschaffung eines Apparats für Mikrophotographie mittels ultravioletten Lichts behufs Fortführung seiner Untersuchungen über den Bau der Wirbelthierlungen 2578 Mark; Hrn. Prof. Dr. Julius Bauschinger in Berlin zur Bearbeitung einer achtstelligen logarithmisch-trigonometrischen Tafel als zweite Rate 3500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Reinhard Brauns in Kiel zum Abschluss seiner Untersuchung der zur Diabasgruppe gehörenden Gesteine des rheinischen Schiefergebirges 1000 Mark; Hrn. Dr. Walter Gothan in Berlin zu Untersuchungen über die Anatomie der Gagathölzer sowie über die Jura-Flora von Whitby (Nord-England) 700 Mark; Hrn. Ingenieur Wilhelm Herrmann in Weissensee bei Berlin als Zuschuss zu den Kosten einer Expedition in das argentinisch-bolivianische Grenzgebiet zum Zweck der geographischen Erforschung desselben 2000 Mark; Hrn. Dr. Otto Kalischer in Berlin zu einer Untersuchung über die Beziehungen des Schläfentheils des Grosshirns zum Höract 700 Mark; Hrn. Prof. Dr. Gustav Klemm in Darmstadt zum Abschluss seiner Untersuchungen über die krystallinen Gesteine der Tessiner Alpen 250 Mark; Hrn. Prof. Dr. Willy Kükenthal in Breslau zu einer Reise nach Westindien behufs Studiums der dortigen Korallen 4500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Oskar Schultze in Würzburg zu Untersuchungen über die Histologie des Nervensystems 1000 Mark; Hrn. Albert Schulz in Busch bei Dahl (Kreis Paderborn) zum Abschluss einer Monographie der Trigonaloiden 325 Mark; Hrn. Dr. Felix Tannhäuser in Berlin zu einer mineralogisch-petrographischen und geologischen Untersuchung des Gabbrogebietes von Neurode (Schlesien) 540 Mark; Hrn. Dr. J. Wilhelmi aus Marburg zu einer Monographie der marinen Tricladen 600 Mark;

durch die philosophisch-historische Classe: Hrn. Diels zur Fortführung der Arbeiten an einem Katalog der Handschriften der antiken

Ärzte 3000 Mark; Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen 6000 Mark; Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften 5000 Mark; der Deutschen Commission zur Fortführung ihrer Unternehmungen 3000 Mark; für die Bearbeitung des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmässigen Beitrag von 5000 Mark hinaus noch 1000 Mark und zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache 1500 Mark.

7. Die Akademie hat auf den Vorschlag der vorberathenden Commission der Bopp-Stiftung den Jahresertrag der Stiftung im Betrage von 1350 Mark dem Directorial-Assistenten am Museum für Völkerkunde in Berlin Hrn. Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Karl Müller in Anerkennung seiner scharfsinnigen und folgenreichen Entzifferung der in Chinesisch-Turkestān gefundenen manichäischen Schriftwerke zuerkannt.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Oskar von Gebhardt in Leipzig am 10. Mai durch den Tod verloren.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von R. Koser.

Die zweiunddreissigste ordentliche Plenarversammlung der Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* wurde in den Tagen vom 23. bis 25. April hier abgehalten. Zur Theilnahme an den Sitzungen waren erschienen die HH. Geh. Justizrath Prof. Brunner und der kommissarische Vorsitzende Geh. Ober-Regierungsrath Koser von hier, Archivrath Krusch aus Breslau, Hofrath Prof. Luschin Ritter von Ebengreuth aus Graz, Prof. von Ottenthal und Prof. Redlich aus Wien, Geh. Rath Prof. von Riezler aus München, Geh. Rath Prof. Schäfer, Prof. Tangl, der das Protokoll führte, und Prof. Zeumer von hier. An der Betheiligung verhindert waren Hr. Prof. Bresslau in Strassburg durch Universitätsgeschäfte, Hr. Geh. Regierungrath Prof. Holder-Egger von hier durch seine im Auftrage der Centraldirection unternommene Forschungsreise nach Italien, Hr. Geh. Hofrath Prof. Steinmeyer in Erlangen durch die Vorbereitungen zu einer zu wissenschaftlichen Zwecken anzutretenden längeren Urlaubsreise.

Nach Präsentation durch die Centraldirection ist durch den Herrn Reichskanzler dem Verfasser dieses Berichts die Stellung des Vorsitzenden mit dem 1. Juni 1905 zunächst auftragsweise übertragen worden. Die statutenmäßige Ernennung wurde bis zu der noch nicht erfolgten gesetzlichen Feststellung des Reichshaushalts-Etats für 1906 vorbehalten. Da bis auf weiteres jetzt der Vorsitz in der Centraldirection und die allgemeine Geschäftsführung von der früher damit verbundenen Leitung einer Abtheilung und von der Mitarbeit an deren Editionen getrennt bleiben werden, so hat die vorgeordnete Reichsbehörde aus den künftigen Ersparnissen beim etatsmässigen Gehalt des Vorsitzenden Mittel zur Einberufung eines mit den Obliegenheiten eines Abtheilungsleiters zu betrauenden Gelehrten zur Verfügung gestellt. Der langjährige Mitarbeiter der Monumenta Germaniae, Hr. Prof. Dr. Albert Werminghoff, Privatdocent an der Universität Greifswald, hat sich zur Annahme des an ihn gerichteten Rufes bereit gefunden. Hr. Werminghoff gedenkt

am Schlusse dieses Sommersemesters mit Urlaub von der Königlich Preussischen Unterrichtsverwaltung auf befristete Zeit nach Berlin überzusiedeln; er hat inzwischen die ihm durch Beschluss der Centraldirection überwiesene Leitung der Abtheilung *Epistolae* bereits übernommen und ist somit nach den Bestimmungen des Statuts für die Dauer dieses Auftrags Mitglied der Centraldirection geworden.

Die Centraldirection weiss sich Hrn. Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Holder-Egger für die nahezu drei Jahre vertretungsweise von ihm wahrgenommene Leitung des Unternehmens, durch die der regelmässige Fortgang der Arbeiten ermöglicht worden ist, zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Seit dem Erscheinen des letzten Jahresberichts sind folgende Bände ausgegeben worden:

In der Abtheilung *Scriptores*:

Scriptorum Tomus XXXII pars prior (enthaltend die erste Hälfte der Chronik des Minoriten Salimbene de Adam, herausgegeben von O. Holder-Egger).

Scriptores rerum Germanicarum: Annales Mettenses Priores. Primum recognovit B. de Simson. Accedunt Additamenta Annalium Mettensium Posteriorum. — Vitae Sancti Bonifatii Archiepiscopi Moguntini. Recognovit Wilhelmus Levison. — Einhardi Vita Karoli Magni. Editio quinta.

In der Abtheilung *Leges*:

Constitutiones et acta publica. Tomi III pars altera (1292—1298) Tomi IV pars prior (1298—1310). Recognovit Jacobus Schwalm.

In der Abtheilung *Diplomata*:

Urkunden der Karolinger Bd. I (751—814) unter Mitwirkung von A. Dopsch, J. Lechner und M. Tangl bearbeitet von E. Mühlbacher.

In der Abtheilung *Antiquitates*:

Necrologia Germaniae Tomus III. Dioeceses Brixenensis Frisingensis Ratisbonensis. Edidit Franciscus Ludovicus Baumann.

Vom Neuen Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde:

Bd. XXX, Heft 3 und Bd. XXXI, Heft 1 und 2.

Im Druck befinden sich fünf Quart- und zwei Octavbände.

Für die *Scriptores Merovingicarum* hat Hr. Archivrath Dr. Krusch in Breslau während der drei Monate, auf die er aus dem im letzten Berichte angegebenen Grunde seine diesjährige Thätigkeit beschränken musste, die Ausgabe der *Vita Salabergae* zum Abschluss gebracht und für die gleichfalls druckfertig hergestellte *Vita Remacli* die historische Einleitung ausgearbeitet, in der es das Bild des Gründers der

Klöster Malmedy und Stavelot von tausendjähriger legendarischer Ausschmückung zu säubern galt. Bei erneuter Untersuchung der Urkunden von Corbie glaubt Hr. Krusch die Echtheit des wichtigen Privilegs des Bischofs Berthefrid endgültig dargethan zu haben. Für dieselbe Serie erledigte unter Leitung des Hrn. Krusch Hr. Privatdocent Dr. Levison in Bonn die ihm zur Bearbeitung überwiesenen Texte der für Bd. V bestimmten *Vitae Nivardi episcopi Remensis*, *Vincentiani confessoris Avolcensis* und *Menelei abbatis Menatensis*, und, für den VI. Band, der *Vitae Rigoberti episcopi Remensis*, *Severini episcopi Burdegalensis*, *Germani episcopi Autissiodorensis* und *Solemnis episcopi Carnoteni*, sowie des *Libellus de ecclesiis Claromontanis*. Nur die Bearbeitung der *Historia Wambae regis* des *Julian von Toledo* musste noch aufgeschoben werden, weil Collationen zur Zeit nicht zu beschaffen waren.

Nach diesem vorläufigen Abschluss seiner Arbeiten für die Merowingerserie ist Hr. Levison an die von ihm übernommene, an die Ausgabe von Theodor Mommsen anzuschliessende Bearbeitung der Fortsetzung des *Liber pontificalis* (seit 715) in der Weise herangegangen, dass er zunächst die Menge der vorliegenden älteren Collationen in einander zu fügen sich bemühte; anschliessen wird sich die Heranziehung der bisher noch nicht oder nur ungenügend benutzten Codices, vor Allem der Handschrift von Lucca.

In der Hauptserie der Abtheilung *Scriptores* erschien versprochenermaassen noch vor Ablauf des alten Jahres, von dem Abtheilungsleiter Geheimen Regierungsrath Prof. Dr. Holder-Egger bearbeitet, die erste Hälfte der Chronik des Minoriten *Salimbene de Adam von Parma* als Halbband des XXXII. Bandes. Da der Druck des zweiten Halbbandes nach nur kurzer Unterbrechung regelmässig weitergeht, wird der Text der Chronik zu Ende dieses Jahres vollständig gedruckt sein und nach Fertigstellung der umfangreichen Vorrede und der Register mit einem Anhange, der den irrthümlich dem Bernardus de Bessa zugeschriebenen *Catalogus ministrorum generalium ordinis Minorum* enthalten soll, im Jahre 1907 zur Ausgabe gelangen. Sobald sich der Druck des XXII. Bandes dem Ende nähert, gedenkt der Herausgeber sich den Arbeiten für die noch ausstehende zweite Hälfte des XXX. Bandes, des letzten der Folianten der Scriptores-Serie, wieder zuzuwenden; von den für diesen Halbband bestimmten, zumeist bereits druckfertigen Supplementen vom 8. bis 13. Jahrhundert bedürfen einzelne, wie die *Miracula S. Benedicti* von *Desiderius* und die *Vita Anselmi* von *Rangerius* noch der Bearbeitung oder der Revision. Für die Fortsetzung der Sammlung der Italiener des 13. Jahrhunderts hat der ständige Mitarbeiter, Hr. Dr. Schmeidler, der auch bei der Correctur des XXXII. Bandes Hülfe leistete, über die von ihm abgeschlossene Bearbeitung der *Cro-*

nica S. Mariae de Ferraria im Neuen Archiv Bd. XXX berichtet und nunmehr die Jahrbücher des *Tolomeus von Lucca* in Angriff genommen, deren in Lucca und Florenz befindliche Handschriften und Unterlagen er augenblicklich an Ort und Stelle prüft: gleichzeitig hat der Herr Leiter der Abtheilung seine seit längerer Zeit geplante abermalige Reise nach Italien angetreten, um in Verona, Padua, Bologna, Pistoia, Florenz, Rom und Gubbio Forschungen für die Weiterführung anzustellen.

Von den Handausgaben der *Scriptores rerum Germanicarum* werden sich den an der Spitze dieses Berichtes aufgeführten drei Heften (*Vitae Bonifatii* ed. Levison; *Annales Mettenses priores* ed. Simson; *Einhardi Vita Karoli M.* ed. V., rec. Holder-Egger) zunächst die Neubearbeitung der Historiae des *Nithard* und die *Annales Marbacenses*, beide bereits unter der Presse, anschliessen. Für den Herausgeber des Nithard, Hrn. Dr. Ernst Müller, hat Hr. Lebègue in Paris die dortige Handschrift gütigst noch einmal collationirt; dem Bearbeiter der Marbacher und der ihnen anzuschliessenden kleineren Elsässischen Annalen, Hrn. Prof. Dr. Bloch in Rostock, lieferte der Bollandist Hr. Albert Poncelet S. I., der uns schon so vielfach in freundlichster Weise unterstützte, werthvolles einschlägiges Material aus Handschriften. Die Vergleichung der jüngeren Handschriften der Chronik des *Cosmas von Prag* hat für die von ihm übernommene neue Ausgabe Hr. Landesarchivar Dr. Bretholz in Brünn zu Ende geführt; im Zusammenhang seiner Untersuchungen und im Anschluss an seinen Bericht im Neuen Archiv Bd. XXIX veröffentlichte er (gegen den von Prof. Pecař in Prag unternommenen Versuch einer Rettung der schon von Dobner und Dombrowsky als Fälschung bezeichneten Wenzelslegende des sogenannten Mönches Christian) eine Abhandlung »Zur Lösung der Christianfrage«. Bei seinen Vorarbeiten für die Ausgabe der *Annales Austriae* hat Hr. Prof. Uhlirz in Graz während eines Besuchs in Melk, wo er durch den hochwürdigsten Hrn. Prälaten Alexander Karl, den Stiftsbibliothekar Hrn. Dr. Rudolf Schachinger und den Stiftsarchivar Hrn. Dr. Eduard Katschthaler von Neuem freundliche Aufnahme und wirksamste Hülfe fand, die Textgrundlage für die *Annales Mellicenses* endgültig festgestellt; eine durch Hrn. Prof. Dr. Reininger in entgegenkommendster Weise unterstützte Nachschau in St. Pölten ergab mit voller Sicherheit, dass dort für die Zwecke der Edition nichts vorhanden sei. Die Neubearbeitung der Chronik des Bischofs *Otto von Freising* hat der ständige Mitarbeiter Hr. Dr. Hofmeister durch eine umfassende, im Wesentlichen zu Ende geführte Quellenuntersuchung und durch die Collationirung einer grossen Anzahl von Handschriften so weit vorbereitet, dass vor Festlegung des Textes nur noch die Vergleichung

der Jenaer Handschrift und der Codices der österreichischen Klöster Admont, Reun, Zwettl und Heiligenkreuz und die Prüfung der an eine Handschrift des British Museum anknüpfenden Überlieferung zu bewirken ist; die Collation der Züricher Handschrift aus der Mitte des 13. Jahrhunderts steuerte Hr. Dr. Schmeidler bei. Das Manuscript für den Text des *Liber certarum historiarum* des Abtes *Johann von Victring* hat Hr. Dr. Fedor Schneider in Rom nunmehr vollständig vorgelegt. Den in Aussicht genommenen Druck der *Monumenta Reinhardsbrunnensia* hat der Abtheilungsleiter Hr. Holder-Egger mit Rücksicht auf andre Arbeiten einstweilen hinausgeschoben; dagegen hat er für das Programm der *Scriptores rerum Germanicarum* die Neubearbeitung der *Annales Placentini Gibellini* selber in die Hand genommen und gedenkt den Druck der bisher unedirten Chronik des Abtes *Albert de Bezanis* von Cremona, nachdem er auf seiner italienischen Reise die römische Handschrift verglichen haben wird, baldigst beginnen zu lassen.

Der Serie der *Deutschen Chroniken* wird sich demnächst als erste Hälfte des VI. Bandes der bereits vollständig abgesetzte Text der Österreichischen Chronik von den 95 Herrschaften (des sogenannten Hagen) und ihrer Fortsetzungen in der Bearbeitung des Hrn. Prof. Dr. Seemüller einreihen; ein weiterer Anhang (Wiener Annalen), Vorrede und Register sollen im zweiten Halbbande nachgeliefert werden. Hr. Privatdocent Dr. Gebhardt in Erlangen gedenkt den ersten der übernommenen Beiträge zu den Thüringischen Quellen deutscher Zunge, das Gedicht von der Kreuzfahrt des Landgrafen Ludwig III., in wenigen Wochen druckfertig vorzulegen; mit den Arbeiten für das Leben Ludwig's IV. hat er begonnen.

Während das von Hrn. Privatdocenten Dr. Heinrich Meyer in Göttingen der Centraldirection zugesagte Manuscript für eine bis zum Jahre 1300 zu führende Ausgabe der *historischen Lieder* noch nicht eingereicht werden konnte, ist für eine Ausgabe der Dichtungen des *Peter Suchenwirt* zur Zeitgeschichte des 14. Jahrhunderts dadurch eine Grundlage gewonnen worden, dass die in langjähriger Beschäftigung mit dem Gegenstande entstandenen Vorarbeiten des zu Wien verstorbenen Prof. Kratochwil käuflich erworben werden konnten, nachdem die HH. Prof. Dr. Seemüller in Wien und Dr. Roethe hierselbst freundlichst ihre Gutachten über diesen litterarischen Nachlass abgegeben hatten.

Innerhalb der Abtheilung *Leges* sind einmal die der Leitung des Hrn. Geheimraths Prof. Dr. Brunner unterstellten Arbeiten durch die HH. Prof. Dr. Freiherr von Schwind, Prof. Dr. Seckel und Prof. Dr. Tangl weiter gefördert worden. Der Erstere veröffentlichte als Vor-

arbeit zu der Ausgabe der *Lex Baiuwariorum* im XXXI. Bande des Neuen Archivs kritische Studien über das Verhältniss dieses Volksrechtes zu dem verwandten Gesetzestexte und gedenkt, dem voraussichtlich im laufenden Geschäftsjahre zu beginnenden Druck der Ausgabe noch eine Untersuchung über die Handschriften vorauszuschicken. Hr. Seckel hat im XXXI. Bande des Neuen Archivs in einer sechsten Studie zu *Benedictus Levita* die Quellen des ersten Buches behandelt, eine entsprechende siebente Studie über das zweite Buch bis auf die Vergleichung einer Münchener Handschrift vollendet und auch die Vorarbeiten über die Grundlagen des dritten Buches und der Additiones dem Abschluss entgegengeführt. Hr. Tangl durchmusterte für die Ausgabe der fränkischen *Placita* die bayrischen Traditionsbücher theils bei einem Besuche in München, theils, dank dem Entgegenkommen des Münchener Reichsarchivs, auf der Königl. Bibliothek in Berlin, hier unter Mitwirkung des Hrn. Dr. jur. Rauch; in Prades, Gerona und Vich hielt Hr. Dr. Krammer eine ergiebige Nachlese, die u. A. elf bisher ungedruckte Gerichtsurkunden aus dem Ende des 9. und dem Beginn des 10. Jahrhunderts zu Tage förderte. Die Sammlung der handschriftlichen Überlieferungen ist damit beendigt: der Druck der Ausgabe kann im Herbst d. J. beginnen. Zu besonderem Dank ist die Centraldirection Hrn. Prof. Dr. Hübner in Rostock verpflichtet, der für diese Ausgabe den von ihm und Anderen gesammelten grossen Apparat von Berichtigungen und Nachträgen zu seinen »Fränkischen Gerichtsurkunden« zur Verfügung gestellt hat.

Unter Leitung des Hrn. Prof. Dr. Zeumer hat in derselben Abtheilung zunächst Hr. Dr. Krammer seine Arbeiten für die Ausgabe der *Lex Salica* fortgesetzt und eine Anzahl Handschriften, die nach Berlin versendet werden konnten, hier verglichen, die zahlreichen Pariser Handschriften an Ort und Stelle zum allergrössten Theil erledigt und in Ivrea die dort befindliche Recension eingesehen: die sonstige italienischen Handschriften verglich Hr. Dr. Perels. Den Druck des Bandes II der *Concilia* hat Hr. Prof. Dr. Werminghoff in Greifswald wiederaufgenommen und bis zum 66. Bogen gefördert. Von den durch Hrn. Dr. Schwalm in Hamburg bearbeiteten *Constitutiones* gelangen zwei Halbbände gleichzeitig mit dem vorliegenden Berichte zur Veröffentlichung: Bd. III 2 (mit Namenregister von dem Herausgeber, Wort- und Sachregister von Hrn. Dr. Stengel) enthält die Akten König Adolf's, Bd. VI 1 die Albrecht's, die Wahlakten von 1308 und die Constitutionen Heinrich's VII. bis gegen Ende 1310. Auf einer Reise im Sommer 1905 hat Hr. Dr. Schwalm für die Zwecke seiner Ausgabe und ihrer Fortsetzung bis 1347 in München, Modena, Rom, Sarzana, Parma, Mailand, Luzern, Bern und Freiburg i. U. gear-

beitet. In der Vorbereitung der Sammlung der Constitutionen Karl's IV. ist dadurch eine wesentliche Veränderung eingetreten, dass Hr. Dr. Stengel im Laufe des vorigen Winters von dieser Aufgabe und überhaupt von der Mitarbeiterschaft an den Monumenta Germaniae mit Rücksicht auf die Förderung seiner eigenen Arbeiten zurückgetreten ist. Seit geraumer Zeit mit Studien über die Goldene Bulle beschäftigt und somit in die Zeit Karl's IV. gründlich eingearbeitet, hat sich nun der Abtheilungsleiter Hr. Prof. Zeumer entschlossen, die Herausgabe der Constitutionen Karl's IV. selber in die Hand zu nehmen; als ständiger Mitarbeiter ist ihm für diese Aufgabe Hr. Dr. Reinhard Lüdicke zur Seite getreten; weitere Hülfsleistungen, wie sie zum Theil durch das schwere Augenleiden des Hrn. Prof. Zeumer erfordert wurden, übernahm sein Schüler Hr. stud. jur. Kern. Wesentliche Förderung, für die hier der Dank ausgesprochen sei, erfuhren die von Hrn. Zeumer geleiteten Serien der *Leges* durch Hrn. Prof. Dr. Finke in Freiburg, der an Hrn. Dr. Schwalm werthvolle Abschriften überliess, den Director des Ernestinischen Gesammtarchivs zu Weimar Hrn. Dr. Burkhardt, die HH. H. Omont und Lebègue zu Paris, Hrn. Archivar Dr. Schaus zu Wiesbaden, Hrn. Dr. Vigener zu Giessen, sowie durch die Vorstände der staatlichen Archive zu Coblenz, Dresden, Düsseldorf, Karlsruhe, München und Wien.

Von den *Diplomata Karolina* gelangt der I. Band gleichzeitig mit diesem Berichte zur Ausgabe, nachdem bei Bearbeitung des Glossars sich für einzelne Gruppen die Nothwendigkeit erneuter Untersuchung ergeben hatte, deren Ergebnisse der jetzige Leiter der Abtheilung, Hr. Prof. Tangl in Berlin, in den Berichtigungen und Nachträgen niedergelegt hat. Die Überführung des Apparats dieser zuvor von dem 1904 verstorbenen Prof. Mühlbacher in Wien geleiteten Abtheilung von dort nach Berlin ist im Sommer und Herbst des vorigen Jahres erfolgt. Der Stand der übernommenen Vorarbeiten erforderte eine Nachprüfung der Urkunden für St. Gallen und Ellwangen, der sich Hr. Prof. Tangl, im Anschluss an seine für die Placita ausgeführte Münchener Reise, in St. Gallen und in Stuttgart unterzog. Die zur Bearbeitung der grossen Urkunde Ludwig's des Frommen für die römische Kirche erforderliche nochmalige Sichtung der Anselm- und Bonizo-Handschriften wurde in der Weise bewirkt, dass der Abtheilungsleiter die Bonizo-Handschrift der Wiener Jesuitenbibliothek, Hr. Dr. Perels auf seiner zunächst für die Abtheilung *Epistolae* unternommenen italienischen Reise die einschlägigen Codices in Brescia, Mantua, Florenz und Rom prüfte. Dem vielleicht noch gegen Ende des Rechnungsjahres 1906 zu beginnenden Druck der ersten Gruppe der Urkunden Ludwig's des Frommen (bis 817) wird Hr. Prof. Tangl im laufenden Jahre eine den tiro-

nischen Noten in sämmtlichen Karolingerurkunden gewidmete zusammenfassende Abhanlung voranschicken. Als Mitarbeiter waren seit dem 1. Juli Hr. Archivassistent Dr. Ernst Müller, und seit dem 1. November Hr. Dr. jur. Karl Rauch thätig, vorübergehend, bis zu seinem Übertritt zu der Abteilung *Leges*, auch Hr. Dr. Lüdicke.

Der Leiter der Abtheilung *Diplomata saec. XI*, Hr. Prof. Bresslau in Strassburg, hat den Druck des IV. Bandes bis zum 26. Bogen fortgeführt, so dass der Text dieses die ganze Regierungszeit Konrad's II. umfassenden Bandes im laufenden Geschäftsjahr gedruckt vorliegen wird; die Ausgabe des Bandes wird, nach Herstellung der Register, im Jahre 1907 erfolgen können. Unter den ihm anzufügenden Nachträgen zu Bd. III wird sich ein Neudruck des Diploms H. II 305 (für Kloster Fruttuaria) befinden, dessen bisher unbekannten Schluss nebst vollständiger Datirung (Pavia 1014 Mai 6) Hr. Bresslau bei einem Besuch in Montpellier auf der Bibliothek der École de médecine unter den für die Monumenta früher noch nicht benutzten Papieren Guichenons fand. Für den V. Band (Heinrich III.), dessen Druck bald nach Ausgabe von Bd. IV wird beginnen können, hat der Abtheilungsleiter auf einer Schweizer Reise die letzten der ausländischen Archive, deren Urkunden nicht nach Strassburg versandt werden konnten, ausgebeutet und an seinem Wohnsitz in Verbindung mit den ständigen Mitarbeitern HH. Dr. Wibel und Dr. Hessel die Originale der Archive zu München, Coblenz, Hannover und Münster, sowie einige aus Luzern übersandte Stücke, bearbeitet bez. photographirt. Einige kleinere Arbeiten für die Abtheilung hat Hr. Dr. Hessel in Italien auf einer zum Zwecke seiner eigenen Studien angetretenen Urlaubsreise ausgeführt.

Für die *Diplomata saec. XII* hat Hr. Prof. von Ottenthal in Wien die Vorarbeiten nach den im letzten Berichte vorgezeichneten Richtungen fortgesetzt; doch schied von seinen beiden aus der Abtheilung *Diplomata Karolina* übernommenen Mitarbeitern Hr. Dr. Lechner bereits am 15. November aus, um einem Rufe als ausserordentlicher Professor nach Innsbruck zu folgen. Hr. Dr. Hirsch hat die Sammlungen zu München, Einsiedeln und Zürich an Ort und Stelle durchforscht und im Anschluss an die schon im Vorjahre erfolgte Durcharbeitung der Urkunden Lothar's III. für Bamberg und Prüfening die Bamberger Schreibschule und die Prüfeninger Fälschungen noch näher untersucht. Neu aufgearbeitet wurden sämmtliche Originale Lothar's aus den Archiven zu München, Sigmaringen, Karlsruhe, Bern, Einsiedeln, Frauenfeld, so dass von süddeutschen Archiven allein Pfäffers noch aussteht. In die Bearbeitung der Diplome Lothar's waren in vollster Ausdehnung die Konrad's III. und je nach der Sachlage auch bereits die Friedrich's I. und Heinrich's VI., sowie bei den besonderen Zuständen

in der Königlichen Kanzlei jener Zeiten mehrfach auch Papst- und Privaturkunden einzubeziehen. Dank einer Zusage des Directoriums der preussischen Staatsarchive wird das in diesen befindliche einschlägige norddeutsche Urkundenmaterial zur Versendung nach Wien gelangen, um hier mit Hülfe eines noch anzunehmenden weiteren Mitarbeiters im Laufe des Jahres 1906 erledigt zu werden, während eine Forschungsreise nach Italien für den Frühling 1907 in Aussicht genommen wird. Für den bibliographischen Apparat wurde das umfassende Verzeichniss der Drucke von Kaiserurkunden fortgesetzt. Durch Zusendung von Archivalien verpflichteten sich der Abtheilung zu Dank das Reichsarchiv zu München, das Generallandesarchiv zu Karlsruhe, das Hausarchiv zu Sigmaringen und das Staatsarchiv zu Bern; gleich entgegenkommend zeigte sich der Hr. Archivar des Stiftes Einsiedeln, P. Ringholz, der dem Hrn. Dr. Hirsch bei Bearbeitung und Reproduction der Urkunden das grösste Entgegenkommen bewies und den Hrn. Buchhändler Benziger zu dankenswerthester Mitwirkung beim Photographiren veranlasste. In Wien selbst haben der Director des k. u. k. Haus-, Hof- und Staatsarchivs, Hr. Hofrath Dr. Winter und der Concipist Hr. Dr. Kratochwil auch in diesem Jahre das photographische Atelier des Archivs den Zwecken der Monumenta in liberalster Weise zur Verfügung gestellt.

In der Abtheilung *Epistolae* hat Hr. Dr. Perels während seines längeren Aufenthaltes in Italien das dortige Material für die Ausgabe der Briefe des Papstes Nicolaus I. ausgebeutet, zumal durch Collation der grossen Sammlung der Biblioteca Vallicellana zu Rom und durch Prüfung anderer Handschriften derselben Bibliothek, sowie durch Nachforschungen in Montecassino. Nach Berlin zurückgekehrt, hat Hr. Dr. Perels, von dem bisherigen stellvertretenden Abtheilungsleiter, Hrn. Prof. Dr. Tangl, berathen, mit der Herstellung des Textes für die Briefe Nicolaus I. und Hadrians II. (für diese unter Heranziehung des nach Berlin gesandten wichtigen Codex der Pariser Nationalbibliothek) begonnen und gedenkt ihn binnen Jahresfrist zum Druck zu liefern. Vorschlägen des nunmehrigen Abtheilungsleiters, Hrn. Prof. Dr. Werminghoff, für die Weiterführung der *Epistolae* sieht die Centraldirection entgegen.

Auch der Betrieb der Abtheilung *Antiquitates* dürfte nach der nothgedrungenen Unterbrechung einiger ihrer Arbeiten nunmehr in geregelten Gang zurückkehren, da sich endlich die Aussicht eröffnet, für die von dem verstorbenen Prof. von Winterfeld hinterlassenen Aufgaben berufene Fortsetzer zu gewinnen. Auf den Rath der HH. Prof. Dr. Wilhelm Meyer in Göttingen und Prof. Dr. Gerold Meyer von Knonau in Zürich hat Hr. Geheimrath Holder-Egger, dessen Händen

die Leitung dieser Abtheilung bis auf Weiteres anvertraut bleibt, von dem durch seine Notker-Studien bekannten Züricher Bibliothekar, Hrn. Dr. Jacob Werner, um ein Gutachten über die umfassenden Sammlungen von Winterfeld's für die Ausgabe der *Sequenzen* erbeten, das der Centraldirection jetzt vorliegt und uns hoffen lässt, mit dem Herrn Verfasser zu einer Verständigung über Umfang und Gesichtspunkte der von ihm zu übernehmenden Weiterführung der grossen Arbeit zu gelangen. Beide Theile begegnen sich dabei in der Auffassung, dass es geboten ist, gegen die Entwürfe des früheren Bearbeiters eine wesentliche Beschränkung der Aufgabe eintreten zu lassen. Über Verhandlungen mit einem für die Fortsetzung der sonstigen in's Stocken gerathenen Arbeiten an den *Poetae Latini* des zehnten und elften Jahrhunderts vorzugsweise in Betracht kommenden Gelehrten wird hoffentlich im nächsten Jahresbericht eine befriedigende Mittheilung gemacht werden können. Inzwischen hat Hr. Prof. Ehwald in Gotha für die dem IV. Band der *Poetae Latini* anzuschliessende Ausgabe der Gedichte *Aldhelm's von Sherborne* von einer Forschungsreise nach Oxford, Cheltenham, Cambridge, London, Valenciennes und Paris reiches Material heimgebracht und damit, sowie durch Vergleichung einer Wolfenbütteler und einer Petersburger Handschrift, die Grundlage für die Textgestaltung gewonnen. Von den *Necrologia* hat Hr. Reichsarchivdirector Dr. Baumann den III. Band vollendet und ausgeben lassen, der die Todtenbücher der Diöcesen Brixen, Freising und Regensburg enthält. Aus dem nunmehrigen Abschluss der von dem hochverdienten Herausgeber für die Monumenta Germaniae geleisteten hingebenden und entsagungsvollen Arbeit nimmt die Centraldirection willkommenen Anlass, Hrn. Baumann den ihm schuldigen Dank auf das Wärmste noch einmal auszusprechen. Der Bearbeiter der *Necrologia* der Diöcese Passau, der erzbischöfliche Bibliothekar Hr. Dr. Fastlinger in München, ist leider durch schwere Erkrankung im grössten Theile des letzten Jahres in der Arbeit behindert worden und hat sich auf die Bearbeitung eines ungedruckten Nekrologs von St. Florian bei Linz und eines schon bekannten von Kremsmünster beschränken müssen.

Der Herr Leiter der Abtheilung *Antiquitates* hat angeregt, die biographischen Schriften verschiedener mittelalterlicher Verfasser (de scriptoribus ecclesiasticis, de viris illustribus, de luminibus ecclesiae u. s. w.) in einem handlichen Bande vereinigt herauszugeben und ist von der Centraldirection um nähere Vorschläge für die Ausführung ersucht worden.

Von dem *Neuen Archiv* ist Heft 3 des XXX. Bandes noch unter der Schriftleitung von Hrn. Geheimen Hofrath Prof. Dr. Steinmeyer in

Erlangen erschienen: Bd. XXXI, von dem Heft 1 und 2 vorliegen, Heft 3 sich im Druck befindet, wurde auf die im Vorjahre an ihn gerichtete Bitte der Centraldirection von Hrn. Geheimrath Prof. Dr. Holder-Egger redigirt.

Die Centraldirection hat ihren ständigen Berliner Ortsausschuss beauftragt, ihr Vorschläge für eine grundsätzliche Abgrenzung des Arbeitsgebiets der Monumenta Germaniae gegenüber der mit unseren Aufgaben sich berührenden Editionsthätigkeit der deutschen historischen Commissionen und grösseren Geschichtsgesellschaften zu machen.

Durch die Fürsorge der Reichsregierung sind der Centraldirection im Januar 1906 als Arbeitsräume und zur Aufstellung unserer Sammlungen, statt der bisherigen Unterkunft im Sockelgeschoss des Reichsversicherungsamtes, zwei Säle des Reichsdienstgebäudes Luisenstrasse 33/34 (Berlin NW. 6) überwiesen worden.

Wie alljährlich haben wir auch in diesem Berichte den hohen Reichsbehörden, den Beamten der Handschriftenabtheilung und des Zeitschriftenzimmers der Berliner Königl. Bibliothek, dem Königlich Preussischen Historischen Institut zu Rom und zahlreichen Archiven und Bibliotheken des In- und Auslandes unseren aufrichtigen Dank für die den Aufgaben der Monumenta Germaniae gewährte Förderung auszusprechen, insonderheit, anlässlich der vorjährigen Forschungsreisen unserer Mitarbeiter HH. Dr. Krammer und Dr. Perels, der Nationalbibliothek und dem Nationalarchiv zu Paris, den Archives de la Commune zu Prades, dem bischöflichen und dem Kapitelarchiv zu Gerona, dem bischöflichen Archiv zu Vich, der Biblioteca Apostolica Vaticana, der Biblioteca Casanatense und der Biblioteca Vallicellana zu Rom, der Biblioteca Laurentiana, Biblioteca Marucelliana und Biblioteca Riccardiana zu Florenz, der Biblioteca Ambrosiana zu Mailand, der Kapitelsbibliothek zu Ivrea, der Biblioteca communale zu Mantua, dem Capitelarchiv zu Brescia und dem Archiv zu Montecassino.

Ausgegeben am 31. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE 1906.

XXVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

31. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Roethe sprach über Nibelungias und Waltharius. (Ersch. später.)

Die Nachricht der Klage, ein Meister Konrad habe gegen Ende des 10. Jahrhunderts den Untergang der Nibelungen lateinisch aufgezeichnet, wird aus inneren Gründen für glaubwürdig erklärt. Wahrscheinlich handelt es sich um ein lateinisches Epos in der Art des Waltharius, das sogar unter dem Einfluss der Dichtung Eckehart's gestanden haben wird. Ein Vergleich des Nibelungenliedes mit dem Waltharius (unter Berücksichtigung der entsprechenden Partien der Klage und der Thidreksaga) lässt in Composition und Motivirung sowie in manchen Details Übereinstimmungen erkennen, die vielleicht ein Licht auf Konrad's Dichtung werfen: sie würde nur etwa den Inhalt der Lachmann'schen Lieder XIV—XX gehabt haben.

Ausgegeben am 14. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1906.
XXVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

31. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Schwendener (i. V.).

1. Hr. Helmert las über die Grösse der Erde.

Dieselbe wird bezeichnet durch die grosse Halbachse der Meridianellipse, d. i. der Radius des Aequators, nachdem die Messungen der Schwerkraft dargethan haben, dass die mathematische Erdgestalt sehr nahe die Form eines abgeplatteten Umdrehungsellipsoids besitzt, mit der schon von Bessel zu 1:299 abgeleiteten Abplattung. Es werden zunächst nur die grossen europäischen Gradmessungen, welche auf eine Vergrösserung des von Bessel gefundenen Werthes für die grosse Halbachse um etwa 750 m hinweisen, besprochen. Dieser Werth besitzt jedoch nicht die Genauigkeit, die man erwarten sollte, da sich ausgedehnte regionale Anomalien in den Krümmungen der Meridiane und Parallelen zeigen.

2. Hr. Struve legte eine Mittheilung von Prof. J. Franz in Breslau vor: »Über die Vertheilung der Meere auf der Mondoberfläche.« (Ersch. später.)

Es wird gezeigt, dass die Meere auf dem Monde einen Gürtel bilden, der sich einem grössten Kreise anschliesst. Die Lage dieses grössten Kreises lässt sich durch Ausmessung der Schwerpunkte der einzelnen Meeresflächen näherungsweise angeben.

3. Hr. von Bezold legte vor und besprach ein von dem Abtheilungsvorsteher im Meteorologischen Institut Geheimen Regierungsrath G. Hellmann im amtlichen Auftrag herausgegebenes Werk, das unter dem Titel: »Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten« bei G. Reimer in Berlin 1906 3 Bde. Lexikonformat erschienen ist. Das Werk ist unter der Leitung von Hrn. Hellmann an dem Institut in 15jähriger Thätigkeit fertiggestellt worden. Es umfasst sämmtliche zugängliche Niederschlagsbeobachtungen vom Beginn derselben bis in die neueste Zeit für die ganzen Einzugsgebiete der Norddeutschland durchfliessenden Ströme bis zur Mündung bzw. bis zum Verlassen der deutschen Grenzen. Die Ergebnisse der Messungen sind mit der äussersten Kritik bearbeitet und unter den verschiedensten Gesichtspunkten zusammengestellt. Eine nach den Beobachtungen von 5000 Stationen

auf den gleichzeitigen Zeitraum von 10 Jahren reducirte Karte giebt ein anschauliches, mit grösstmöglicher Zuverlässigkeit entworfenes Bild der Niederschlagsverteilung in Deutschland. Diese Karte ist unter dem Titel »Regenkarte von Deutschland« auch getrennt im Buchhandel erschienen.

4. Hr. Fischer überreichte das von ihm verfasste Werk: Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteïne (1899—1906). Berlin 1906.

Die Größe der Erde.

Von F. R. Helmert.

Erste Mitteilung.

In den Sitzungsberichten von 1901, März. habe ich die Abplattung der Erde aus den Messungsergebnissen für die Schwerkraft zu 1 : 298.3 abgeleitet. Der mittlere Fehler des Nenners dieser Zahl ist nur ± 1.1. Sie erscheint dadurch besonders gesichert, daß Küstenstationen und Festlandsstationen je für sich ganz zu demselben Werte führen. Seitdem ist durch Heckers Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ozean die Größe der Schwere daselbst als gut entsprechend der Festlandsformel für die Änderung der Schwerkraft mit der geographischen Breite erkannt worden (Sitzungsberichte von 1902, Februar).[1] Ich glaube darin eine weitere Bestätigung des Abplattungswertes 1 : 298.3 erblicken zu können, insofern dadurch die Existenz der elliptischen Gestalt gesicherter geworden ist. Jedenfalls dürfte derselbe erheblich genauer sein als derjenige, den man aus den Gradmessungen ableiten kann, trotzdem dieselben in den letzten Jahrzehnten außerordentlich an Umfang zugenommen haben.

Die Gradmessungen werden aber wohl immer das bevorzugteste Mittel abgeben, um die Größe der Erde zu bestimmen. Es ist der Gegenstand mehrjähriger Untersuchungen des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung in Potsdam gewesen, aus den ausschlaggebenden ausgedehnten Gradmessungen einen Wert dafür abzuleiten und seinen Fehler zu schätzen. Schließlich wurde auch der Versuch gemacht, die Abplattung zu berechnen, wobei von vornherein ein größerer m. F. zu erwarten war.

Zunächst soll mitgeteilt werden, welche Werte die einzelnen großen Gradmessungen für die Äquatorialhalbachse a der Erde geben, diese als Rotationsellipsoid mit dem Besselschen Abplattungswert 1 : 299.15 betrachtet, welcher aus praktischen Gründen beibehalten wurde, da

[1] Vgl. auch O. Hecker, Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ozean usw. Berlin 1903 (Veröffentlichung des Kgl. Preuß. Geodätischen Instituts, N. F. Nr. 11).

er von dem oben angegebenen nur innerhalb der mittleren Fehlergrenzen abweicht. Die Einzelbetrachtung der großen Gradmessungen und die Vergleichung ihrer Ergebnisse miteinander läßt die systematischen Einflüsse besser hervortreten als das übliche Verfahren der Gesamtausgleichung: man kann auf diesem Wege auch mit einigem Erfolg anstreben, den einzelnen Gradmessungen für die Gesamtausgleichung die ihnen wirklich zukommenden Gewichte zu erteilen.

Die Berechnungen, auf welche ich mich stütze, sind zum größten Teile von Hrn. Prof. Dr. Schumann, jetzt Professor an der Technischen Hochschule in Aachen, früher ständigem Mitarbeiter im Kgl. Preuß. Geodätischen Institut, ausgeführt worden.

In erster Linie ist zu nennen die große russisch-skandinavische Breitengradmessung, welche in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf Anregung und unter hervorragender Mitwirkung von F. G. W. Struve ausgeführt wurde. Er ließ hierüber in den Jahren 1857 bis 1860 ein großes zweibändiges Werk erscheinen.[1]

Nach Hrn. Schumann ist gegen den Wert der großen Halbachse der Meridianellipse $a = 6377397$ m bei Bessels Erdellipsoid eine Zunahme von über 1000 m vorhanden, indem sich findet:

$$\Delta a = +1058\,\text{m} \pm 127\,\text{m} \ \text{(m. F.)}.$$

Zugrunde liegen 13 Breitenstationen (13 Fehlergleichungen), die sich über 25°3 Amplitude verteilen (von 45° 20' bis 70° 40') und einen mittleren Anschlußfehler von $\pm 2''1$ zeigen.[2]

Schon General Bonsdorff hat in der Zeitschrift Fennia, Bd. I 1889, diejenige Ellipse berechnet, welche sich am besten anschließt, und erhalten:

$$a = 3272563^t37 \text{ mit der Abplattung } {}^1/_{298.592}.$$

Schumann findet wesentlich dieselben Zahlen. Diese Gradmessung führt also sehr nahe zu demjenigen Werte der Abplattung, den die Schweremessungen geben. Der regelmäßige Verlauf der Krümmung äußert sich auch in dem Gang der Unterschiede der beobachteten und berechneten Breiten:

Während die Quadratsumme der Abweichungen 47 ist, wird die halbe Quadratsumme der Unterschiede der Nachbarwerte (einschl. des Unterschiedes des letzten und ersten) gleich 65. Bei zufälligem Cha-

[1] Arc du méridien de 25° 20' entre le Danube et la mer glaciale mesuré depuis 1816 jusqu'en 1850, sous la direction de C. de Tenner, N. H. Selander, Chr. Hansteen et F. G. W. Struve. Saint-Pétersbourg.

[2] Der oben gegebene Wert von Δa stimmt überein mit einer Rechnung von Wittram und A. Börsch aus den Jahren 1885/86; vgl. die »Verhandlungen der Permanenten Kommission der Internationalen Erdmessung in Nizza 1887«; Bericht über Lotabweichungen von F. R. Helmert.

rakter der Abweichungen ist die mittlere Differenz beider Werte etwa ± 13. Daß der zweite Wert größer als der erste ist, und zwar um 18 Einheiten, beruht hauptsächlich auf dem Umstand, daß Tornea 3ʺ7 Abweichung zeigt, also einen im Vergleich zu den anderen Abweichungen großen Betrag. Systematische Einflüsse können nur von rasch veränderlichem Charakter vorhanden sein. Auch bei Tornea handelt es sich um eine mehr lokale Störung, die sich auch in der Größe der Schwerkraft zeigt.[1]

Mit Rücksicht auf dieses Verhalten der Abweichungen kann man den oben angegebenen m. F. ± 127 m als reell ansehen: allerdings wird er von der Unsicherheit betroffen, die in der Bestimmung des m. F. ± 2ʺ1 einer Gleichung steckt und die hier etwa 20 Prozent beträgt. Außerdem enthält er selbstverständlich nicht eine etwa vorhandene regionale Anomalie, wenn sie sich über das ganze Gebiet des Bogens erstreckt.

(Beiläufig sei bemerkt, daß für die Bonsdorffsche Ellipse Δa gegen Bessel gleich 1047 m wird, wie man sieht, wenn die Toisen mit dem Verwandlungslogarithmus 0.2898199 + 0.0000068 = 0.2898267 entsprechend dem bei der Gradmessung benutzten Normalmaß auf internationale Meter reduziert werden: der Unterschied mit Δa = 1058m ist gering, einesteils weil die Abplattung nur wenig anders ist, anderenteils weil in der Mittelbreite des Meridianbogens der Krümmungsradius nahezu gleich a selbst wird.)

Günstig für die Krümmung des russisch-skandinavischen Meridianstreifens ist ohne Zweifel der Umstand, daß er sich durchaus in ebenen Gegenden fern von Gebirgen hält, und daß auch das an das nördliche Bogenende angrenzende Eismeer auf mehrere hundert Kilometer Entfernung nur die geringe Tiefe von etwa 300 m aufweist.[2] Entsprechend ist die Lotabweichung im nördlichsten Punkt (in der Nähe des Nordkaps gelegen) nur 0ʺ1, was auch mit dem Umstand stimmt, daß in jener Gegend die Größe der Schwerkraft normal zu sein scheint.

Zerlegt der russisch-skandinavische Meridianbogen das europäische Festland in zwei Teile von annähernd gleicher Ausdehnung in geographischer Länge, so hat der bekannte große westeuropäische Bogen nahe dem Pariser Meridian mit seinen Verlängerungen nach Norden durch England und Schottland bis zu den Shetlandsinseln, und nach Süden durch Spanien und Algerien eine wesentlich andere Lage, indem er sich dem westlichen Abfall der kontinentalen Küste am At-

[1] Sie wurde in Breite durch 2 Nachbarstationen untersucht, Fennia I Nr. 11.
[2] Fridtjof Nansen, The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896. IV.

lantischen Ozean auf 100—1000 km (sehr wechselnd) nähert (vgl. das Kärtchen). Auch hat die physische Erdoberfläche im Gebiete dieses Bogens eine weit weniger günstige Gestaltung, namentlich in der südlichen Hälfte, infolgedessen auch der Anschluß der berechneten Breiten an die beobachteten ungünstiger ausfällt.

Die Messungen für diesen, gegenwärtig auf 27° Amplitude (von 33° 48' bis 60° 50') ausgedehnten Bogen erstrecken sich über mehr als ein Jahrhundert bis zur Gegenwart. Der englisch-schottische Teil findet seine Darstellung in dem Hauptwerk der englischen Landesvermessung.[1] Die Verbindung mit dem Kontinent ist wiederholt erfolgt, zuletzt ums Jahr 1861, sowohl von französischer wie von englischer Seite. Eine eingehende Bearbeitung derselben wurde schon früher aus Anlaß der Berechnung der Längengradmessung in 52° Br. im Zentralbureau bewirkt.[2] Hiernach wurde die Verbindung von Hrn. Schumann rechnerisch durchgeführt. Für den Teil des Meridianbogens, der in Frankreich selbst liegt, sind die neuesten Dreiecksmessungen nach den Veröffentlichungen des Service géographique angewandt.[3] Die astronomischen Angaben verdanke ich gefälliger handschriftlicher Mitteilung der genannten Behörde.

Für den spanischen Teil, welcher der unter Oberleitung von General Ibañez ausgeführten Triangulation entnommen werden konnte,[4] wurden auf etwa zwei Drittel der Länge zur Kontrolle zwei Dreieckskettten benutzt, die, an das südliche Ende des französischen Bogens anschließend, nur wenig bis zu ihrer Wiedervereinigung auseinanderlaufen und befriedigend übereinstimmen.

Der Übergang nach Nordafrika wird durch das bekannte langgestreckte Viereck bewirkt, das General Ibañez und General Perrier vor beinahe drei Jahrzehnten vermaßen.[5] Von dieser Stelle bis zur Stadt Algier führt eine Kette längs der Küste und dann weiter südlich eine Kette bis Laghouat, dem vorläufigen Endpunkt. Für diesen Teil konnten handschriftliche Mitteilungen des Service géographique benutzt werden.

Die geodätischen Linien zwischen den aufeinanderfolgenden astronomischen Punkten innerhalb Frankreichs und Spaniens einschließlich des Verbindungsvierecks wurden unter Leitung von Hrn. Prof. Dr.

---

[1] Ordnance trigonometrical survey of Great Britain and Ireland. Principal triangulation. By Captain A. R. Clarke. 1858.

[2] F. R. Helmert, Die Europäische Längengradmessung in 52° Breite; I. Heft. 1893.

[3] Général Bassot. Mémorial du Dépôt général de la Guerre; t. XII. Nouvelle méridienne de France. 2me fasc. Paris 1902.

[4] Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico, t. I—VII. Madrid 1875—1888.

[5] Veröffentlicht in Bd. VII der Memorias sowie in dem Werke: Jonction géod. et astr. de l'Algérie avec l'Espagne, exécutée en commun en 1879, sous la direction de M. le Général Ibañez et M. le Colonel Perrier. Paris 1886.

Westeurop.-afrik. Breitengradmessung.

Börsch im Zentralbureau berechnet: die anderen Berechnungen bewirkte Hr. Prof. Dr. Schumann.

Es wurde sowohl der ganze Streifen behandelt, wie auch der nördliche Teil und der südliche Teil einzeln. Die beiden Teile ließ man 2° 12′ in einander übergreifen. Das Ganze liefert gegen Bessels a:

$$\Delta a = +538\,\text{m} \pm 155\,\text{m}.$$

wobei 38 Breitenstationen mit 38 Fehlergleichungen benutzt sind, welche die mittlere Abweichung $\pm 4\rlap{.}''4$ zeigen. Die Einzelwerte sind in Spalte I folgender Tabelle enthalten.

Verlängerter französischer Meridianstreifen.

Unterschiede ξ Astronomische — geodätische Breiten.

Name	Breite	I	II	III
Saxavord	60° 49.6	− 4.0	−2.6	
Balta	60 45.0	− 6.1	−4.7	
Ben Hutig	58 33.1	+ 0.3	+1.4	
Cowhythe	57 41.1	+ 7.3	+8.2	
Great Stirling	57 27.8	− 2.3	−1.2	
Kellie Law	56 14.0	− 3.7	−2.0	
Calton Hill	55 57.4	+ 3.5	+4.3	
Durham	54 46.1	− 0.9	−0.3	
Burleigh Moor	54 34.3	+ 2.1	+2.6	
Clifton Beacon	53 27.5	+ 1.3	+1.7	
Arbury Hill	52 13.4	− 3.0	−2.8	
Greenwich	51 28.6	− 2.5	−2.4	
Nieuport	51 7.8	− 0.4	−0.4	
Rosendael	51 2.7	− 0.9	−0.9	3.4
Lihons	49 46.9	+ 0.5	+0.4	− 1.7
Panthéon	48 50.8	− 0.0	−0.2	− 2.0
Chevry	48 0.5	+ 2.2		+ 0.4
Saligny le Vif	47 2.7	+ 3.0		+ 1.4
Arpheuille	46 13.7	+ 0.3		+ 4.0
Puy de Dôme	45 46.5	+ 7.0		+ 7.6
Rodez	44 21.4	+ 1.7		+ 0.7
Carcassonne	43 13.3	+ 0.7		− 0.0
Rivesaltes	42 45.2	− 0.7		1.3
Montolar	41 38.5	+ 3.6		+ 3.2
Lérida	41 37.0	− 0.2		− 0.6
Javalon	40 13.8	− 0.2		− 0.2
Desierto	40 5.9	− 4.5		− 4.0
Chinchilla	38 55.2	+ 2.2		+ 2.4
Mola de Formentera	38 39.0	− 1.2		0.9
Tetica	37 15.2	+ 3.5		+ 4.0
Roldan	36 56.6	6.0		5.3
Conjuros	36 44.4	− 12.6		−11.9
M'Sabiha	35 39.6	+ 6.5		+ 7.4
Nemours	35 5.8	+ 7.4		+ 8.5
Bouzaréah	36 48.0	+ 2.9		+ 3.5
Alger (Voirol)	36 45.1	− 0.1		− 8.4
Guelt ès Stel	35 7.8	− 1.0		+ 0.0
Laghouat	33 48.0	− 2.8		− 1.4

Der nördliche Teil gibt aus 16 Gleichungen

$$\Delta a = +788\,\text{m} \pm 400\,\text{m}$$

mit einem mittleren Anschlußfehler von $\pm 3''\!.3$.

Der südliche Teil gibt aus 25 Gleichungen

$$\Delta a = +145\,\text{m} \pm 330\,\text{m}$$

mit einem mittleren Anschlußfehler von $\pm 4''\!.8$.

Die einzelnen Abweichungen sind in den Spalten II und III enthalten.

Hiernach besitzen die beiden Teile einen beträchtlichen Unterschied im mittleren Krümmungsradius, nämlich 643 m, dessen m. F. aber rund ± 500 m ist. Die Realität der Bestimmung ist also nicht besonders sicher.

Dem ebenerwähnten großen Unterschied der Δa entspricht nun auch eine stark abweichende Sonderabplattung des Streifens. Aus den von Schumann aufgestellten Normalgleichungen finde ich 1 : 281.4; der Nenner hat aber einen m. F. von ± 12 Einheiten. (Der stark vergrößerten Abplattung entsprechend ergibt sich für a ein Zuwachs von 1078 m gegen Bessel.) Die Quadratsumme der Abweichungen der 38 Gleichungen geht durch Einführung der Abplattung als Unbekannten von 709 auf 663 herab; der m. F. einer Gleichung wird $\pm 4''\!.4$, kaum $0''\!.1$ kleiner als früher. Mithin hat es für die Güte der Darstellung der beobachteten Breiten wenig Bedeutung, die Abplattung als Unbekannte einzuführen.

Betrachtet man die Reihe der 38 Abweichungen im einzelnen, so fallen Vorzeichenanhäufungen nur bei Greenwich sowie südlich von Paris auf, im letzteren Falle erscheint das Hochland der Auvergne als Ursache. Im ganzen entspricht die Vorzeichenverteilung ziemlich gut dem Gesetz zufälliger Fehler. Die Quadratsumme der Abweichungen ist aber 709, die halbe Quadratsumme der Unterschiede der Nachbarwerte (einschließlich der Differenz von letzter und erster Abweichung) 601; der letztere Betrag ist also kleiner, was auf die Anwesenheit systematischer Einflüsse hinweist.[1] Allerdings ist der mittlere zufällige Unterschied beider Zahlen etwa ± 120, so daß die systematischen Einflüsse wenig verbürgt erscheinen; andererseits ist klar, daß einige besonders große Abweichungen mehr zufälligen Charakters diese Einflüsse verdunkeln.

Einzelne der Abweichungen verdienen noch eine Bemerkung. Im Norden fällt bei Saxavord und Balta auf den Shetlandsinseln das negative Vorzeichen auf, während der Küstencharakter nach der üb-

[1] In der Tabelle sind die Abweichungen auf Zehntelsekunden abgerundet; gerechnet ist mit einer Stelle mehr.

lichen Anschauung hier ein positives Vorzeichen erwarten läßt. Aber die Schweremessungen zeigen eine positive Störung: ist diese nicht lokal, sondern die übliche Küstenstörung, so würde das negative Vorzeichen der Lotabweichungen damit stimmen. Bei Cowhythe erklärt sich die Abweichung zum großen Teil aus lokalen Ursachen, ebenso bei Calton Hill; auch bei Kellie Law, Burleigh Moor und Clifton ist wenigstens gleicher Sinn der lokalen Störung und der Abweichungen vorhanden. Das Hauptwerk der englischen Landesvermessung, in welchem für die genannten Stationen Lokalanziehungen abgeleitet sind, weist eingehend nach, daß nächst den sichtbaren Massenstörungen auch unsichtbare zur Wirkung gelangen.

Weiterhin fällt die systematische Störung südlich von Paris ins Auge, die mit dem Hochland der Auvergne, wie schon bemerkt, in Verbindung steht.

In Spanien ist die größere Störung an der Ostküste bei Desierto dem Vorzeichen nach in Übereinstimmung mit dem Küstenabfall und dem Gebirge. Bemerkenswert ist die Abweichung auf dem Punkt Mola de Formentera, mitten im westlichen Teil des Mittelmeeres, durch ihren geringen Betrag; dies ist plausibel.

Die großen Werte der südspanischen Küstenpunkte Roldan und Conjuros entsprechen ebenso wie diejenigen der nordafrikanischen Küstenpunkte M'Sabiha und Nemours dem Sinn nach der Lage; dagegen zeigen die Punkte Bouzaréah und Alger (Colonne Voirol) auffallendes Verhalten.

Das gegenseitige Verhältnis dieser beiden Punkte gab dem Service géogr. Anlaß zu einer eingehenderen Studie, in welche noch drei andere Punkte der weiteren Umgebung der Stadt Algier einbezogen wurden.[1] Die Punkte Bouzaréah und Colonne Voirol liegen nur 7 km voneinander ab. Die starke Lokalabweichung von 12″ erklärt sich nach dem Bericht durch Schichten von kristallinischem Schiefer und von Kalk mit der Dichtigkeit 2.8—3 unterhalb von Bouzaréah, während Colonne Voirol auf Schichten von der Dichte 2—2.2 ruht. Auch die starke positive Schwerestörung in Algier läßt starke Lotabweichungen erwarten.

Die negative Abweichung am vorläufigen südlichen Endpunkt Laghouat ist nicht weiter auffallend, da nördlich Gebirgsketten liegen.

Nach den vorstehenden Bemerkungen treten mehrfach in den Ergebnissen der westeuropäisch-afrikanischen Breitengradmessung systematische Einflüsse hervor. Der m. F. ± 155 m des Ergebnisses $\Delta a = +538$ m kann also recht wohl noch unterschätzt sein. Die Genauigkeit des Ge-

[1] Rapport sur les travaux exécutés en 1904, S. 5—7.

samtresultats dieser Messung wird sich aber steigern, wenn dieselbe erst weiter südlich fortgeführt sein wird; für zwei Breitengrade ist die Verlängerung schon im wesentlichen beendet.

Vergleicht man nun die Ergebnisse für Δa des russisch-skandinavischen Meridianbogens und des westeuropäisch-afrikanischen Meridianstreifens miteinander, so fällt der große Unterschied auf: 1058 gegen 538, der die rechnungsmäßige Unsicherheit von rund ± 200 m erheblich überschreitet und einen wirklichen Unterschied in der mittleren Krümmung der betreffenden meridionalen Gebiete darstellen dürfte. Der Unterschied von 520 m verliert allerdings etwas von seinem überraschenden Charakter, wenn man bedenkt, daß schon der westliche Streifen in sich einen Unterschied von noch größerem Betrage zwischen den Δa der nördlichen und südlichen Hälfte aufweist.

Es handelt sich hier um Einflüsse geotektonischer Massenstörungen kontinentalen Charakters: schon 1889 wurde eine solche durch die Berechnung der geodätischen Verbindung beider Meridianbogen erkannt, welche die HH. Börsch Vater und Sohn im Zentralbureau der Internationalen Erdmessung ausführten, wobei sich zeigte, daß der russische Bogen (durch 4" Zuwachs) lauter positive Lotabweichungen erhält, wenn man vom englisch-französischen Bogen (in der älteren Ausdehnung) ausgeht. Dies konnte ich damals (1890) so deuten, daß von der kontinentalen Masse Europas ein gewisser kleiner Teil nicht von der unterirdischen Kompensation, die die »Gleichgewichtstheorie« der Erdkruste voraussetzt, betroffen wird und also zur Wirkung gelangt. Die Variation von Δa längs eines Streifens, der der Küste überall ungefähr gleich naheliegt, wie in Westeuropa-Nordafrika, zeigt aber, daß Massenstörungen gleichen Betrages wie jene Kompensationsmängel doch auch noch auf andere Art entstanden sein mögen. Zu einer Untersuchung derselben auf Grund der Schwerestörungen fehlt es an Material: ausgedehnte regionale Anomalien (die schon bei geringem Betrage für die Figur der Erde bedeutungsvoll sind) können nicht ohne eingehende Untersuchungen von den lokalen und wenig ausgedehnten Anomalien regionalen Charakters getrennt werden. Für die generelle Kompensation spricht aber jedenfalls die Tatsache, daß im allgemeinen an den Küsten die Schwere eine positive Störung besitzt.

Von großem Interesse ist nun die Betrachtung der Ergebnisse der ausgedehnten europäischen Längengradmessung in 52° Br. Sie umfaßt beinahe 69 Längengrade, was etwa 42 Breitengraden entspricht. Da das von dieser Messung berührte Gebiet mit Ausnahme der deutschen Mittelgebirge und der Gegenden in Wales und Südwestirland als nahezu eben anzusehen ist, so müßte man interessante Aufschlüsse erwarten.

Leider ist die Genauigkeit der östlichen Hälfte der Vermessung nicht befriedigend.

Auch die europäische Längengradmessung in 52° Breite wurde auf Anregung von W. Struve unternommen; da er aber zu dieser Zeit, im Jahre 1857, schon hoch betagt war, mußte er das weitere Betreiben der Sache seinem Sohne Otto Struve überlassen, dem es auch gelang, die Regierungen der in Betracht kommenden Länder zur Ausführung der erforderlichen Arbeiten zu bewegen. In Preußen übernahm General Baeyer die Vermessung. Der ganze westliche Teil von Irland bis Warschau wurde im Zentralbureau zusammenfassend bearbeitet.[1]

Hr. Schumann stützte sich bei seinen Rechnungen auf die in dem betreffenden Werke gegebenen Lotabweichungsgleichungen, die von Westen her bis Warschau reichen; von da bis Bobruisk wurden diese Gleichungen gemäß einer Bearbeitung durch Hrn. Prof. A. Börsch angenommen. Bei dieser Bearbeitung hatte sich u. a. gezeigt, daß der russischerseits abgeleitete Parallelbogen Czenstochau (Mirow)-Warschau um 55 m vergrößert werden mußte, um ihn in Warschau auf den Punkt zu beziehen, von dem aus der nächste Bogen Warschau-Grodno berechnet worden war.

Für den Teil östlich von Bobruisk liegen zur Zeit nur die unmittelbaren Angaben russischerseits zunächst in den Bänden 47 und 50 der Denkschriften (Zapiski) der Militärtopographischen Abteilung des russischen Generalstabes vor (1891 und 1893). Die übermäßig große relative Lotabweichung in Länge, welche danach der östliche Endpunkt Orsk gegen den vorhergehenden Punkt Orenburg haben sollte, nämlich etwa 36", veranlaßte eine Erneuerung der astronomischen Bestimmung des geographischen Längenunterschieds beider Punkte und eine Revision der geodätischen Punktlage in Orenburg, wodurch nach Bd. 51 (1894) der Zapiski die 36" auf etwa 15" herabgingen. Bedenklich bleibt immer noch der schlechte Zusammenschluß der fünf Grundlinien dieses Teiles durch das Dreiecksnetz hindurch; besonders verdächtig ist der letzte Teil Orenberg-Orsk (ob dies in Bd. 51 besser geworden ist, konnte noch nicht festgestellt werden).[2]

Aus der Gesamtheit des Bogens mit 28 Stationen und 25 Fehlergleichungen folgt

$$\Delta a = +594\,\text{m} \pm 105\,\text{m};$$

ohne Orsk würde $+450\,\text{m} \pm 96\,\text{m}$ folgen.

[1] Außer dem bereits erwähnten I. Heft ist zu vergleichen: A. Börsch und L. Krüger, Die Europäische Längengradmessung in 52° Breite; II. Heft. 1896.

[2] Vgl. die Europ. Längengradmessung, I, S. 30.

Der westliche Teil gibt aus 19 Gleichungen

$$\Delta a = +475\,\mathrm{m} \pm 166\,\mathrm{m},$$

der östliche Teil aus 7 Gleichungen

$$\Delta a = +1236\,\mathrm{m} \pm 505\,\mathrm{m}.$$

Läßt man aber Orsk weg, so wird im letzten Falle Δa nur $+680$ m.

Die Abweichungen im Sinne astronomischer Länge — geodätischer Länge, aber reduziert auf den Bogen χ größten Kreises, sind in den Spalten I, II und III der folgenden Übersicht enthalten.

Europäische Längengradmessung in 52° Br.

Östliche Abweichungen χ des astronomischen Zenits.

Name	Länge	I	II	III
Feaghmain	−10° 21′	−3″3	−2″2	.
Haverfordwest	− 4 58	+1.6	+2.4	
Greenwich	0 0	+1.5	+2.1	.
Rosendaël-Nieuport	+ 2 35	−1.7	−1.1	.
Bonn	+ 7 0	−4.4	−4.0	.
Göttingen	+ 9 57	−2.4	−2.2	.
Brocken	+10 37	+2.3	+2.5	.
Leipzig	+12 23	+2.7	+2.8	.
Rauenberg-Berlin	+13 23	+1.7	+1.8	.
Großenhain	+13 33	−2.9	−2.8	.
Schneekoppe	+15 45	+0.1	+0.1	.
Springberg	+16 37	+0.8	+0.7	.
Breslau-Rosenthal	+17 2	+3.5	+3.4	
Trockenberg	+18 53	−0.5	−0.7	
Schönsee	+18 54	−2.9	−3.1	
Mirow	+19 11	+2.2	+2.0	.
Warschau	+21 2	+1.9	+1.6	
Grodno	+23 50	−2.8	−3.2	.
Bobruisk	+29 14	+0.5	−0.1	−3″3
Orel	+36 4	+4.4	.	+2.1
Lipetzk	+39 30	+0.2		−1.4
Ssaratow	+46 3	+0.4		+6.3
Ssamara	+50 5	−2.6	.	−1.9
Orenburg	+55 7	+1.7	.	+3.7
Orsk	+58 34	−8.0	.	−5.2

Die Anzahl der Stationen ist etwas größer als diejenige der Gleichungen, weil in drei Fällen je zwei Nachbarstationen nahezu dieselbe Abweichung des Lotes zeigten, weshalb die Gleichungen einfach gemittelt wurden (ohne Erhöhung des Gewichts).[1]

Die Abweichungen χ zeigen einen Verlauf, der nichts Systematisches als Ursache erwarten läßt. Bildet man nämlich die Quadrat-

[1] Wie nötig dies ist, erkennt man an folgendem Falle. Man denke sich die Anzahl der astronomischen Stationen verdoppelt; dann verdoppeln sich die Gewichte der Endergebnisse; liegen aber die Stationen paarweise zusammen und haben sie nahezu gleiche Abweichungen, so ist die wirkliche Genauigkeit nicht vergrößert.

summe der $\varkappa$ und die halbe Quadratsumme der Unterschiede der Nachbarwerte (einschl. der Differenz der äußersten zwei Werte), so folgt einerseits 239, andererseits 238, also besteht fast völlige Übereinstimmung. Auch die Verteilung der Vorzeichen entspricht sehr nahe dem Charakter zufälliger Fehler.

Die mittlere Abweichung einer Gleichung ist in den drei Fällen:

I	II	III
$\pm 3''.2$	$\pm 2''.4$	$\pm 4''.5$.

Der m. F. ± 105 m an dem Ergebnis $\Delta a = 594$ m aus dem ganzen Bogen erscheint nun ziemlich gesichert: aber es ist noch eine Vergrößerung von rund 70 m an Δa infolge neuerer Messungen erforderlich.

Nachdem nämlich die Rechnungen fertiggestellt waren, wurde der geographische Längenunterschied Potsdam—Greenwich im Jahre 1903 von Albrecht und Wanach astronomisch neu bestimmt.[1] Da auch inzwischen der Längenunterschied Paris—Greenwich endgültig festgestellt worden war und einige andere Längenunterschiede in Nordeuropa bekannt wurden, ergab sich die Nützlichkeit einer Neuausgleichung des geographischen Längennetzes im nördlichen Europa.[2] Durch diese erleiden die drei Stationen Greenwich, Haverfordwest und Feaghmain eine Annäherung an den Kontinent von etwa $1''.5$ in Länge, oder $1''$ im größten Kreise. Trägt man dem Rechnung, so wird Δa um rund 30 m größer.

Außerdem wurde neuerdings von den Engländern am westlichen Bogenende eine neue astronomisch-geodätische Station Killorglin angelegt, welche am Kopfe der Dingle Bay $2^m\ 13^s$ östlich von Feaghmain liegt und in bezug auf Küste und Gebirge weit weniger lokale Lotabweichung als Feaghmain erwarten läßt, wo die östlich gelegenen Berge einen negativen Beitrag zu $\varkappa$ liefern. Nach diesen Bestimmungen[3] ist $\varkappa_K = \varkappa_F + 6''.1$. Ersetzt man in den Rechnungen Feaghmain durch Killorglin, so würde Δa um etwa 80^m größer. Indessen ist es fraglich, ob dies der Sachlage entspricht, und ob es nicht angemessener ist, beide Stationen beizubehalten. Geschieht dies und wird der vorher angeführten Vergrößerung Rechnung getragen, so wird das Gesamtergebnis etwa

$$\Delta a = +660\,\mathrm{m} \pm 105\,\mathrm{m}.$$

Betrachtet man den Unterschied der beiden Δa für die westliche und östliche Strecke des Bogens im Betrage von über 700 m, so scheint

---

[1] Veröffentlichungen des Kgl. Preuß. Geod. Instituts, Neue Folge, Nr. 15.

[2] Albrecht, Astr. Nachr. 3993 94.

[3] Sir W. H. M. Christie, Telegraphic determinations of longitude made in the years 1888 to 1902. Edinburgh 1906; S. VII.

eine starke systematische Beeinflussung vorhanden zu sein, die mit der vorher besprochenen Erscheinung stimmt, daß Δa aus der russisch-skandinavischen Breitengradmessung größer als aus der westeuropäischen folgt. Allein einerseits ist der Unterschied der Δa beider Bogenteile sehr unsicher bestimmt, vgl. oben Δa bei Weglassung von Orsk, und andererseits gibt eine in Südrußland in $47\frac{1}{2}°$ Br. ausgeführte Längengradmessung keine Bestätigung für die Existenz eines großen Δa im europäischen Rußland, freilich auch nur mit geringer Sicherheit.

Diese Längengradmessung bildet den Anfang einer solchen, die sich durch ganz Europa erstrecken sollte, von der aber der westliche Teil noch verschiedene Lücken aufweist. Über den russischen Teil berichten Bd. 49 und 50 der erwähnten Zapiski. Hier liegen nur 6 astronomische Stationen vor, die Endpunkte sind Kischinew und Astrachan mit 19° 12' geographischem Längenunterschied. Es wird

$$\Delta a = -47\,\text{m} \pm 650\,\text{m};$$

die mittlere östliche Lotabweichung γ ist $\pm 4\overset{''}{.}1$. Die Einzelwerte $+3\overset{''}{.}4$, $-2\overset{''}{.}7$, $-1\overset{''}{.}9$, $-2\overset{''}{.}1$, $+5\overset{''}{.}8$ und $-2\overset{''}{.}4$ sind zu wenig zahlreich, um systematische Einflüsse sicher erkennen zu lassen. Der m. F. von Δa ist jedenfalls infolge der Kürze des Bogens so groß, daß der Wert von Δa auf das Ergebnis einer Zusammenfassung mit den Δa aus den ausgedehnteren Gradmessungen kaum Einfluß erlangt.

Über die Messungen in Nordamerika und Indien, wo auch noch ausgedehnte Bogen vorliegen, hoffe ich demnächst weitere Mitteilungen machen zu können.

Ausgegeben am 14. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

2

1906.

XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Ed. Meyer las über Sumerier und Semiten in Babylonien. (Ersch. später.)

Die ältesten Denkmäler Babyloniens zeigen, dass die Sumerier und die Semiten Babyloniens scharf geschiedene Volkstypen repräsentiren. Die Sumerier sind aber nur in Südbabylonien nachweisbar, und ihre Götter zeigen nicht sumerischen, sondern semitischen Typus; sie müssen dieselben mithin den Semiten entlehnt haben. Somit scheint es, dass die älteste Bevölkerung Babyloniens semitisch war und dass die Sumerier erobernd in den Süden des Landes eingedrungen sind. Sie haben, vor Allem durch die Erfindung und Ausbildung der Schrift, für die Culturentwickelung Babyloniens die grösste Bedeutung gehabt, stehen aber auch umgekehrt von Anfang an unter semitischem Einfluss.

2. Hr. Waldeyer legte den von dem General-Secretar Prof. Dr. Otto Puchstein erstatteten Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts vor. (Ersch. später.)

3. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Heft 25 des akademischen Unternehmens »Das Pflanzenreich«, enthaltend die Juncaceae von Fr. Buchenau. Leipzig 1906: Lief. 37—43 des mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten Werkes P. Ascherson und P. Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Leipzig 1905—06: Henri Moissan, Traité de chimie minérale. Tome 5. Paris 1906.

SITZUNGSBERICHTE

1906.

XXX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Hr. Engelmann las: »Über den causalen Zusammenhang zwischen Contractilität und Doppelbrechungsvermögen«. (Ersch. später.)

Es wird ein neues Modell zur Veranschaulichung der von dem Vortragenden früher aufgestellten Theorie der Muskelcontraction demonstrirt. In diesem Modell wird die thermische Verkürzung einer gequollenen Violinsaite nicht wie in dem älteren Modell durch Erwärmung von aussen, mittels einer galvanisch erhitzten Drahtspirale, sondern durch Inductionsströme bewirkt, welche durch die Saite selbst hindurchgeleitet werden. Auf diese Weise lassen sich leicht Verkürzungen erhalten, deren Geschwindigkeit die der schnellsten Zuckungen willkürlicher Muskeln erreicht. Viele der an letzteren zu beobachtenden Erscheinungen können, wie durch vorgelegte Curven belegt wird, in sehr vollkommener Weise nachgeahmt werden. Dasselbe Saitenfragment kann tausende von Zuckungen rasch hintereinander ausführen, ohne geschädigt zu werden.

SITZUNGSBERICHTE 1906.
XXXI.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

*1. Hr. TOBLER besprach die ihm bisher bekannt gewordenen Herleitungen des französischen Wortes *dijette* und kam zu dem Ergebniss, dass die von FLECHIA vor mehr als 20 Jahren ausgesprochene, nämlich von *decepta* (altgenues. *dexeta*), die am ehesten zu billigende sei, wenn auch für das *i* des französischen Wortes eine Erklärung zu suchen bleibe, wofern man sie nicht in einer volksetymologischen Annäherung an den altfranzösischen Ausdruck *estre a dire* »fehlen« finden wolle. Er knüpfte daran Bemerkungen über einen merkwürdigen Sinneswandel von *tant pis* (*tanto peius*), das neufranzösisch sehr oft »einerlei, gleichviel« bedeutet.

2. Hr. PISCHEL legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. FINCK in Berlin vor: Zwei Lieder der deutschen Zigeuner.

Das eine Lied ist ein Kinderlied. Der Anfang des zweiten war bereits aus einem von R. PISCHEL früher veröffentlichten Liede bekannt. Das vollständige zu dieser Zeile gehörige Lied ist noch nicht gefunden worden. Die von einem betrunkenen Zigeuner ihm mitgetheilte, hier veröffentlichte Fassung hält Hr. Dr. FINCK für freie Erfindung.

3. Hr. TOBLER überreichte das von ihm herausgegebene Werk »Vermischte Beiträge zur Französischen Grammatik.« Zweite Reihe. Zweite Auflage. Leipzig 1906.

Zwei Lieder der deutschen Zigeuner.

Von Dr. F. N. Finck
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Pischel.)

Die geringe Zahl der allgemein zugänglich gemachten Lieder bzw. Liederfragmente deutscher Zigeuner rechtfertigt selbst Ergänzungen bescheidenster Art. So seien denn auch die folgenden, freilich ziemlich unbedeutenden Proben einer allem Anschein nach überhaupt recht verkümmerten Volksdichtung der Öffentlichkeit übergeben.

Ich habe die beiden Lieder schon vor Jahren aufgezeichnet, sie aber zunächst zurückbehalten, weil ich die Hoffnung nicht aufgeben wollte, über einige offenbar verderbte Stellen durch wiederholte Erkundigungen bessere Auskunft zu erlangen. Meine hierauf zielenden Bemühungen haben nun aber bis jetzt trotz der langen Zeit nur einen äußerst geringen Erfolg erzielt: und da sich mir nun aller Wahrscheinlichkeit nach in Zukunft noch weniger Gelegenheit bieten wird, neues, der Wiederherstellung des ursprünglichen Textes dienendes Material herbeizuschaffen, so ist es wohl richtiger, das von mir Festgestellte trotz aller Unvollkommenheit bekanntzumachen und die Nachprüfung und Ergänzung denen zu überlassen, die eher in die Lage kommen, mit Zigeunern in Verkehr treten zu können.

Die erste meiner beiden Aufzeichnungen ist ein Kinderlied, dessen Niederschrift ich vornehmen konnte, ohne von der die Verse absingenden jungen Mutter beachtet zu werden, ein Umstand, dem vielleicht in erster Linie die verhältnismäßig gute Überlieferung des Textes zu danken ist. Allerdings läßt sich der Wert der vorliegenden Fassung mangels zum Vergleich dienender Versionen nur nach dem allgemeinen Eindruck bestimmen, den die Verse auf den unbefangenen Hörer ausüben. Nach diesem allgemeinen Eindruck dürfte das Liedchen jedoch bis auf einen einzigen, aus dem Zusammenhang zu erweisenden Fehler als entschieden gut erhalten angesehen werden. Dabei muß es dahingestellt bleiben, ob das eine störende Wort der Aufzeichnung auf einem Versprechen oder einem Verhören beruht. Denn

trotz vielfacher Bemühung habe ich nie mehr Gelegenheit gefunden, das Liedchen noch einmal singen zu hören.

Der von mir verzeichnete Text nimmt in der Schreibung, die ich in meinem Lehrbuch des Dialekts der deutschen Zigeuner (Marburg 1903) durchgeführt habe, folgende Gestalt an: *his man je dād, un his kek dai. un lákro dād gjas an o fōro. kinéla lákre grai. anéla ke(k) grai. ho rup te sonəkái, bisəl t'súkro un bisəl wéka anéla lákro dād glaiç.* d. h. Wort für Wort: »War mir ein Vater, und war keine Mutter. Und ihr Vater ging in die Stadt. Er kauft ihr Pferd. Er bringt kein Pferd. Etwas Silber und Gold, ein bißchen Zucker und ein bißchen Weck bringt ihr Vater gleich.«

Wie der Zusammenhang zeigt, ist *man* »mir« nicht am Platz und sicherlich für *la* »ihr« eingetreten. Alles andere kann dagegen wenigstens die ursprüngliche Fassung darstellen und wird es auch wohl tun, wobei aber natürlich als selbstverständlich anzunehmen ist, daß die weiblichen Pronominalformen *la* und *lakro* nach Bedarf auch durch die entsprechenden männlichen, also *les* bzw. *léskro* ersetzt werden. Statt *grai* wäre freilich eigentlich *grájes* zu erwarten. Aber einmal gelten die in meiner Grammatik aufgestellten Regeln wohl überhaupt nicht durchaus ausnahmslos, und dann kommt im vorliegenden Falle wohl noch der Umstand in Betracht, daß *dai* und *sonəkái* leicht reimbildend auf den vorausgehenden Satz eingewirkt haben können. Das Lied hat also wahrscheinlich folgende Gestalt gehabt:

his la je dād,
un his kek dai.
un lákro dād
gjas an o fōro kinéla lákre grai.
anéla ke(k) grai.
ho rup te sonəkái,
bisəl t'sukro un bisəl wéka
anéla lakro dād glaiç.

d. h. in etwas freierer Übertragung:

»Sie hatte einen Vater
Und hatte keine Mutter.
Und ihr Vater
Ging in die Stadt,
Ihr ein Pferd zu kaufen.
Er bringt kein Pferd:
Etwas Silber und Gold,
Ein bißchen Zucker und ein bißchen Weck:
Das bringt ihr Vater gleich.«

Die zweite meiner Aufzeichnungen scheint eine Vereinigung einzelner Verse aus zwei Liedern zu sein. Der Text lautet:

ai báro déwəl, ho me kərdóm!
hoi man nox dšála!
kek p'ral kek p'ēn.
hoi man nox dšála!
ai baro déwəl, ho me kərdom!

d. h.

»O großer Gott, was hab' ich getan!
Wie wird mir's noch ergehn!
Kein Bruder, keine Schwester —.
Wie wird mir's noch ergehn!
O großer Gott, was hab' ich getan!«

Die erste Zeile bildet auch den Anfang eines von C. Meinhof aufgezeichneten, von R. Pischel veröffentlichten und erklärten Liedes (Apophoreton. 47. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner. 131), das ich hier zum Vergleich hinstelle, und zwar der Gleichmäßigkeit wegen in meiner Schreibung:

ai báro dēwəl, ho me kərdom!
romeske rómnja me lejóm.
ma dār! ma dār! mare efta p'rāl
me ham dole rom, me kerāh les wri.

Der Sinn ist nach R. Pischels Deutung:

»O großer Gott, was habe ich getan!
Einem Manne habe ich die Frau genommen.
Fürchte dich nicht! Fürchte dich nicht! Wir sieben Brüder.
Wir sind solche Männer, wir machen das aus.«

Die dritte Zeile entstammt dagegen vielleicht einem Lied, von dem das von A. F. Pott (Die Zigeuner in Europa und Asien I. 326) nach Graffunders Manuskript veröffentlichte Bruchstück Zeugnis gibt, das sich in meiner Schreibung wie folgt ausnimmt:

kai telál hi šúkər tšai.
hi la kek dād, kek dai;
hi la kek p'rāl, kek p'ēn,

d. h.

»Da drunten ist ein schönes Mädchen.
Das hat keinen Vater, keine Mutter.
Das hat keinen Bruder, keine Schwester.«

Meiner vielen Zigeunern geäußerten Bitte, mir das *ai báro déwəl* usw. beginnende Lied vollständig mitzuteilen, ist nun nur ein einziges Mal

und auch in diesem Falle nur scheinbar entsprochen worden. Dieser eine Zigeuner, der seine Bekanntschaft mit dem gewünschten Liede nicht wie seine Stammesgenossen einfach leugnete, war offenbar entschlossen, mich irrezuführen. Seine hochgradige Betrunkenheit verleitete ihn jedoch, in seine schnell improvisierte Dichtung fragwürdiger Art einige Erinnerungen aus ihm bekannten Liedern einzumischen, um deretwillen ich den sonst wertlosen Text ganz veröffentliche, die eventuell in Betracht kommenden Stellen durch gesperrten Druck hervorhebend:

ax bāro dḗwəl, hoi mē kɛrdóm!
muktom miri sónja un mire tšā́wen.
hoi man laid dḗla.
kai hunde rōwap.
dɛn me hom jake waiç.
kai našḗla man miro dši kətəne.
man hi kek pʻēn un kek pʻrāl:
ábər miro dḗwəl fərlásəwēla man niç.
jáke mukən man mire sinte.
jake dšanáw niç, hoi te keráp.
húnde wáizəlwap man an o wɛ́lto trujál.
ábər miro dḗwəl fərlasəwēla man niç.
dɛn man hi kek dād
un kek dai.
miro dād gjas an o fṓro
un kinḗla man tšomṓni drin.
man hi bā́ri bokʻ.
ábər man hi nəx miro dād un miri dai.
kinḗla man an o fṓro te xāl.
mas un goi.
un piā́h mənge je wā́li lowīna.
dḗla man miro dād un miro dḗwəl sástəpen,
te dšiwáp raha bɛ́rša.

»O großer Gott, was hab' ich getan!
Ich habe meinen Stall und meine Kinder verlassen.
Wie mir (das) leid tut.
Daß ich weinen muß.
Denn ich bin so weich.
Daß mir mein Herz zusammenläuft.
Ich habe keine Schwester
Und keinen Bruder.
Aber mein Gott verläßt mich nicht.

Wie mich meine Mitzigeuner verlassen.
So weiß ich nicht, was ich tun (soll).
Ich muß mich wie verwaist in der Welt umhertreiben.
Aber mein Gott verläßt mich nicht
Denn ich habe keinen Vater
Und keine Mutter.
Mein Vater ist in die Stadt gegangen
Und kauft mir etwas darin.
Ich habe großen Hunger.
Aber ich habe noch meinen Vater und meine Mutter.
Sie kauft mir in der Stadt zu essen.
Fleisch und Wurst.
Und wir trinken (uns) ein Glas Bier.
Es gibt mir mein Vater und mein Gott Gesundheit.
Daß ich lebe lange Jahre.«

Ausgegeben am 28. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1906.

XXXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

28. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung, welcher der vorgeordnete Minister, Se. Excellenz Hr. Dr. Studt, beiwohnte, mit einer Ansprache, worin er insbesondere der Gründung von Hirnforschungs-Institute durch die vereinigten Akademien gedachte, Bezug nehmend auf die in Winslow's Handbuch mitgetheilte Rede von Niels Stensen in Paris 1668.

Darauf folgten die Antrittsreden der HH. Nernst und Drude, welche von Hrn. Auwers beantwortet wurden.

Antrittsreden.

Antrittsrede des Hrn. Nernst.

Für die hohe Auszeichnung, die mir durch die Aufnahme in die Akademie zuteil wurde, darf ich heute meinen Dank öffentlich aussprechen; ich möchte aber auch zugleich dankbar des freundlichen Geschickes gedenken, welches mich einem Fache zuführte, auf dem gerade in unserer Zeit, wie man wohl sagen darf, mit besonderer Lust und Freude gearbeitet wurde.

Es sind etwa zwei Jahrzehnte verflossen, als plötzlich das Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie reiche und mannigfaltige Früchte zu tragen begann. Auf dem Gebiete jener beiden Disziplinen kommt es ja von Zeit zu Zeit vor, daß unvermutet irgendwo reiche Goldlager entdeckt werden, und auch die gewöhnlichen Begleiterscheinungen solcher Funde fehlen dann in der Regel nicht: zunächst eine Art Goldfieber, welches in entsprechend idealisierter Form weite Forscherkreise ergreift, die sich dann eiligst in die hoffnungsvollen Gefilde begeben.

Dann aber erschöpfen sich meistens solche Lager nach einiger Zeit, und anstatt des mühelosen Einsammelns des fast offen zutage liegenden Erzes muß dann wieder die angestrengte methodische Arbeit einsetzen, die, wenn auch langsamer, so doch dafür um so sicherer zu weiterer Bereicherung unseres Wissens führt.

Dem Umstande, daß ich gerade zur rechten Zeit, ebenfalls vor etwa zwanzig Jahren, meine Studien soweit beendigt hatte, um an eigenen Arbeiten mich versuchen zu können, und daß ein glücklicher Zufall mich an die rechten Stellen führte, verdanke ich es wohl in erster Linie, wenn ich heute in Ihrem Kreise über meine wissenschaftlichen Ziele Rechnung ablegen darf.

Von Anfang an erschien es mir als die wichtigste Aufgabe der physikalischen Chemie, die Methoden der theoretischen Physik zur Behandlung chemischer Probleme zu verwenden, und in dieser Richtung bemühte ich mich denn auch, zu arbeiten. Neben den Gleichgewichtserscheinungen in Lösungen, speziell den Gesetzen der Löslichkeit und der Verteilung von Substanzen zwischen verschiedenen Medien, waren es insbesondere die Probleme der Diffusion und der elektromotorischen Wirksamkeit verdünnter Lösungen, dann aber die Theorie der galvanischen Elemente und der Elektrolyse überhaupt, welche mir einer Behandlung von obigen Gesichtspunkten aus einladend erschienen.

Stets habe ich mich bemüht, theoretische Spekulationen in der Weise zu führen, daß sie im engsten Kontakte mit den Ergebnissen des Experimentes blieben, und da in der Regel die vorhandenen Beobachtungen zu einer sicheren Prüfung der theoretischen Betrachtungen nicht ausreichten und sich häufig durch letztere auch Anregungen zu neuen experimentellen Anordnungen ergaben, so habe ich, meistens gemeinsam mit meinen Schülern, eine Reihe von Experimentaluntersuchungen ausgeführt, zu denen mir hauptsächlich das Göttinger Institut für physikalische Chemie, das ich begründen und zehn Jahre leiten durfte, die Gelegenheit gab.

Zu denjenigen Problemen, die nicht nur Physik und Chemie, sondern die gesamte Naturforschung beschäftigen, gehört wohl in erster Linie das Verhältnis von Kraft und Stoff oder, wie man sich auf Grund der klassischen Thermodynamik genauer auszudrücken weiß, die Beziehung zwischen den stofflichen Veränderungen und den sie begleitenden Wandlungen der Energie. Vielleicht trügt die Hoffnung nicht, daß gerade die nähere Betrachtung des von der physikalischen Chemie erbrachten Tatsachenmaterials unser Auge hinreichend schärfen wird, um tiefere Einblicke in jene allgemeinen Fragen zu gewinnen, als es bisher mit Hilfe der beiden Wärmesätze möglich war. Ins-

besondere glaube ich von den experimentellen Arbeiten über die chemischen Gleichgewichte bei hohen Temperaturen, die ich seit einigen Jahren gemeinsam mit meinen Schülern zu untersuchen begonnen habe, eine Verwertung in der angedeuteten Richtung mir versprechen zu dürfen.

Die Arbeitsweise gelehrter Körperschaften ist mir nicht vollkommen neu: eine Reihe von Jahren durfte ich bereits im Kreise der Göttinger Sozietät als ordentliches Mitglied tätig sein. Dies gibt mir den Mut, über meine Auffassung von den Zielen gelehrter Gesellschaften einige Worte hinzuzufügen. Daß man hier häufig ein wenig skeptischen Auffassungen begegnet, weiß jeder von uns; um so mehr möchte ich meiner Überzeugung Ausdruck geben, daß gerade in unserer Zeit die Akademien neben der Pflege der wissenschaftlichen Einzelforschung Aufgaben allgemeinerer Art im Leben der Nation zu erfüllen haben. Unsere Zeit strebt offenbar nach der entgegengesetzten Richtung hin, als es vor gerade hundert Jahren der Fall war. Während damals, um an ein gelegentlich von Helmholtz gebrauchtes Bild anzuknüpfen, viele auserlesene Geister, abgestoßen von der trüben politischen Umgebung, sich teils auf die Zauberinseln der Poesie flüchteten, teils sich in das einsame Hochgebirge der Philosophie mit seinen träumerischen, aber auch häufig trügerischen Fernblicken zurückzogen, ruht das Auge des Deutschen heute vielleicht mit gar zu viel Wohlgefallen auf wogenden Kornfeldern oder auf schmucken Fabrikanlagen: das ehemalige Volk der Träumer und Denker beginnt in das andere Extrem einer wohl häufig zu starken Betonung unmittelbar praktischer Gesichtspunkte zu fallen. Dem mächtigen Strome der Zeit gegenüber ist der Einzelne ohne Einfluß; wohl aber scheinen die in ganz Deutschland zerstreuten Akademien in ihrer Gesamtheit berufen zu sein, hier, wo es nötig und nützlich sein sollte, regulierend einzugreifen. Freilich werden die Akademien den veränderten Zeiten auch ihrerseits Rechnung tragen müssen, wenn sie ihren Einfluß behalten und stärken wollen; in dieser Hinsicht darf ich wohl an die Bestrebungen meines früheren Kollegen Felix Klein erinnern, der so oft gezeigt hat, wie ein starker, wissenschaftlicher Idealismus, wenn er sich mit praktischem Blicke vereinigt, weite Kreise für die besten Ziele zu erwärmen weiß, die eine gelehrte Körperschaft sich stecken kann.

Mit mehreren älteren Mitgliedern unserer Korporation verknüpfen mich seit langem enge wissenschaftliche Beziehungen. Mein Vorgänger in meinem hiesigen Amte war zugleich mein erster Lehrer in der Chemie. Ebenfalls in unserer Mitte befindet sich der Forscher, an dessen grundlegende Arbeiten über den osmotischen Druck ich bei meinen eigenen physiko-chemischen und elektrochemischen Arbeiten

am häufigsten anzuknüpfen hatte. Vor kurzem erst zog sich mein früherer Lehrer der Physik von hier nach Marburg zurück, dessen Arbeiten über die Leitfähigkeit verdünnter Lösungen für die neuere Elektrochemie von so großer Bedeutung geworden sind. Der Wiener theoretische Physiker schließlich, dessen Art, die Probleme plastisch und tief, dabei aber stets mit dem prüfenden Blicke des Experimentators zu sehen, mir, als seinem Schüler, stets das erste Vorbild war, befindet sich in der Liste unserer Ehrenmitglieder; mit den Arbeiten unseres hiesigen theoretischen Physikers habe ich vielfach die engsten Berührungspunkte gewonnen, indem wir wiederholt die gleichen Probleme behandelten und dabei uns gegenseitig, wie ich hoffe, gefördert haben. An Pathen in Ihrem Kreise fehlt es dem Neuankömmling also nicht; ihnen nachstrebend will ich mich bemühen, ein nützliches Mitglied unserer Gesellschaft zu werden.

Antrittsrede des Hrn. Drude.

Daß mir die hohe Ehre zuteil geworden ist, in verhältnismäßig jungen Jahren der Akademie der Wissenschaften als Mitglied angehören zu dürfen, verdanke ich, wie ich mir wohl bewußt bin, einer zufälligen Verkettung von Umständen, die mich auf den verantwortungsvollen Posten des Experimental-Physikers an der hiesigen Universität stellte. Wenn ich mir dabei das Bild meiner großen Vorgänger zum Bewußtsein bringe, den universalen Riesengeist, der in dem Prinzip von der Erhaltung der Kraft der physikalischen und allgemein naturwissenschaftlichen Forschung eine ganz neue Ära von ungeahntem Fortschritt gegeben hat, den genialen Experimentator, der zugleich durch seine ganze Persönlichkeit das von Magnus begonnene Werk der Bildung einer physikalischen Schule in glänzender Weise fortsetzte und erweiterte, und die rastlose Tätigkeit und erfolgreiche Wirksamkeit meines unmittelbaren Vorgängers, mit der er seine Kräfte einerseits in den Dienst seiner zahlreichen Schüler, andererseits seiner eigenen Forschungsarbeit stellte, die in glücklichster Weise experimentelles Geschick mit theoretischer Beherrschung verbindet, so muß ich das Gefühl der Beklemmung empfinden, ob ich durch Anspannung aller meiner Kräfte den an mich gestellten Aufgaben gewachsen bin.

In der Wahl zum Mitglied der Königlichen Akademie erblicke ich Ihr Vertrauen für Leistungen in der Zukunft, und dafür möchte ich meinen Dank aussprechen mit der Versicherung, daß ich stets handeln werde im Bewußtsein dessen, was man von mir erwartet.

Mein Bildungsgang war zunächst mehr ein theoretisch-physikalischer, angeregt durch die meisterhaften Vorlesungen von G. Kirch-

hoff hier in Berlin und besonders dann durch Vorlesungen und Übungen von W. Voigt in Göttingen, bei dem ich dann auch viele Jahre als Assistent tätig war. Seine Richtung, die Theorie mit eigenen Experimenten zu verknüpfen, ist auch für mich bestimmend gewesen: ich kann mich daher durchaus als einen Schüler von W. Voigt bezeichnen, besonders bei meinen ersten im Gebiet der Optik liegenden Arbeiten, die von Voigt angeregt wurden.

Als dann die glänzenden Hertzschen Arbeiten ihren Siegeslauf hielten, wurde ich sowohl durch meine Lehraufgabe als Dozent, als auch aus innerem Drang, meinen Gesichtskreis zu erweitern, dazu geführt, mich näher mit der modernen Elektrizitätslehre zu beschäftigen, wodurch ich einerseits weiter zu experimenteller Arbeit angeregt wurde, andererseits auch zur Verknüpfung der optischen Untersuchungen, deren Theorie vor Hertz wesentlich auf der Mechanik basierte, mit der elektromagnetischen modernen Theorie. Diese beiden Seiten der physikalischen Forschung haben in neuerer Zeit ungeahnte Erweiterungen ihrer Wichtigkeit und Anwendbarkeit erfahren, die einerseits auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie, andererseits in der modernen Elektronentheorie liegen. Gerade durch letztere, die durch die Entdeckungen Röntgens und Becquerels angeregt, nicht nur im Gebiete der Gasentladungen auf einmal Klarheit und Übersicht in das früher sinnverwirrende Detail der Erscheinungen zu bringen verspricht, sondern für die ganze Auffassung der Materie von fundamental umwälzender Bedeutung wurde, ist ja in neuerer Zeit ein derartig rapider Fortschritt in der ganzen Physik und eine stetige Reihenfolge der interessantesten und unerwarteten Entdeckungen hervorgerufen, wie er seit Einführung des Energieprinzips sicher nicht, vielleicht aber überhaupt nicht, dagewesen ist. Und andererseits zeigen die glänzenden Erfolge der drahtlosen Telegraphie so deutlich, wie wohl fast nie zuvor in der Physik, daß auch die subtilste, aus rein wissenschaftlichen Zwecken und nur mit den feinsten Hilfsmitteln unternommene Untersuchung sich in unserem Zeitalter der Technik und Naturwissenschaft zu einer außerordentlich wichtigen und praktischen Bedeutung entwickeln kann.

Wie es auch die größte Freude macht, in solchem Zeitpunkt des intensivsten Aufschwungs der eigenen wissenschaftlichen Disziplin zu leben, wo es eine Überfülle von Aufgaben gibt, die sich der Bearbeitung darbieten, so wird dadurch doch eine Hast in der wissenschaftlichen Forschung provoziert, welche der beschaulichen Ruhe, mit der noch vor wenigen Jahrzehnten mancher Gelehrte seine Probleme im Laboratorium, am Schreibtisch und in freier Natur ausreifen lassen konnte, diametral entgegensteht, nicht immer zum Vorteil der

Bearbeitung, und jeder, der an dieser Entwicklung auch nur zu kleinem Teil helfen will, muß sich die ernste Frage vorlegen, an welcher Ecke des Gebäudes er selbst Hand anlegen kann, falls es nutzbringend zu werden versprechen soll.

Die Antwort auf diese Frage für meine Person, soweit ich sie für die nächsten Jahre übersehen kann, darf ich nun im folgenden wohl kurz skizzieren: Die drahtlose Telegraphie erfordert, wie bisher kein anderes Gebiet der Physik, das intensivste Zusammenarbeiten von Technik und Wissenschaft. Nur die Basis der Hertzschen Versuche und der Maxwellschen Elektrizitätslehre kann für die Behandlung der hier auftretenden mannigfaltigen Probleme Förderungen erhoffen lassen, während die Probleme selbst und die notwendige und wesentliche Korrektur der Laboratoriumsversuche in der Praxis durch die Technik geliefert werden. Es würde zu weit führen, wenn ich angeben wollte, um welche Probleme es sich dabei im einzelnen handelt und wie ich mir dabei ein nützliches Mitwirken des Experimentalphysikers denke; nur möchte ich eines kurz berühren: Der ganze Erfolg der Hertzschen Versuche beruht auf der Eigenschaft des elektrischen Funkens, eine elektrische Oszillation zustande kommen zu lassen. Jede Änderung in der Anordnung, die diese Oszillation reiner, d. h. ungedämpfter auftreten läßt, muß als Verbesserung in der Praxis der drahtlosen Telegraphie willkommen sein. Doch nicht nur dort, sondern auch bei rein physikalischen, wissenschaftlichen Untersuchungen. Die Hertzschen Versuche haben ihre große Bedeutung nicht nur zur Untersuchung der Eigenschaften des Äthers, sondern auch der Materie. Wie verhalten sich die verschiedenen Körper gegenüber schnellen Schwingungen von wechselnder Periode? Die Exaktheit der Beantwortung auch dieser Frage hängt wesentlich ab von der möglichst geringen Dämpfung der hergestellten elektrischen Schwingungen, und andrerseits erscheint diese Beantwortung in hohem Grade interessant und wichtig, weil sie sowohl Zusammenhänge mit der chemischen Konstitution der Körper ergibt, als auch eine Fortsetzung darstellt der Untersuchung der Dispersionserscheinungen der Körper für optisch wirksame über ultrarote bis zu kurzen elektrischen Wellen hin.

Von diesem Gesichtspunkte aus ergibt sich also ein enger Zusammenhang dieser Arbeiten über elektrische Schwingungen mit der optischen Untersuchung der Körper. Auch diese bietet gerade vom Standpunkte der Elektronenlehre jetzt neues Interesse, indem die hier zu beantwortenden Fragen wesentlicher an die Dispersionskonstanten anknüpfen, nicht wie früher vor einigen Jahrzehnten an die mathematisch-formale Darstellung des Dispersionsverlaufes, welche Aufgabe

jetzt im wesentlichen als erledigt zu betrachten ist. Der Gang der Entwicklung, den hierbei die Optik gegangen ist, ist meines Erachtens typisch für alle Disziplinen, die als ihre letzte Aufgabe nicht allein die erschöpfende Zusammenfassung ihres Spezialgebietes hinstellen, sondern darüber hinaus durch Untersuchung der inneren, mehr versteckten Eigenschaften der Körper den Zusammenhang mit Nachbardisziplinen und dadurch die Vereinheitlichung der Wissenschaft suchen. Und dabei ist eine wechselseitige Ergänzung von Experiment und Theorie unerläßlich. So mußte, um an das Einfachste anzuknüpfen, zunächst das Snelliussche Brechungsgesetz eine bequeme Zusammenfassung der Beobachtungsdetails geben. Was soll man aber weiter mit der Kenntnis der Brechungsexponenten der verschiedenen Körper anfangen? Abgesehen von ihrer Bedeutung für die praktische Optik, d. h. die Konstruktion optischer Instrumente, liefert eine vervollständigte Theorie, die auch die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von der Farbe der Beobachtung entsprechend darstellt, einen Aufschluß über Atom- bzw. Moleküleigenschaften des brechenden Körpers, die sich vom Standpunkte der Elektronenlehre besonders anschaulich deuten läßt und dabei auf den Zusammenhang mit chemischen Eigenschaften, wie z. B. der Valenz, hinweist, die nicht nur theoretisch interessant sind, sondern auch für rein chemische Zwecke von Bedeutung zu werden verspricht, wenn es sich z. B. darum handelt, je nach verschieden gewählten Wellenlängen durch Bestrahlung einen chemischen Prozeß in einem Körper in einem oder in anderem Sinne zu leiten. Diese chemisch wirksamen Wellenlängen hängen mit den aus der Dispersionskurve ermittelten Eigenschwingungen der Körper zusammen. Wie also bisher die Temperaturerhöhung, d. h. die Vermehrung der kinetischen Energie aller schwingungsfähigen Teilchen eines Körpers das wirksamste Hilfsmittel zur Einleitung chemischer Reaktionen bildete, so kann die Bestrahlung mit bestimmten Wellen einige bestimmte Teilchen des Körpers in besonderer Weise lockern und dadurch besondere Reaktionen auslösen. Ob sich zu derartigen Zwecken dauernd das Bild der Elektronenlehre bewähren wird, kann natürlich niemand vorhersagen; jedenfalls ist aber in letzter Zeit die Bedeutung der optischen Untersuchungen wesentlich dadurch erhöht, daß aus ihnen, wie z. B. aus dem Zeemannschen Phänomen und der magnetischen Rotationsdispersion, dieselben universellen Elektronenkonstanten gewonnen werden können, wie aus den Gasentladungen und den Radiumstrahlen. Die experimentellen und theoretischen Hilfsmittel sind wesentlich zu erweitern, wenn es sich um die Erforschung der Metalleigenschaften handelt. Hier müssen die optischen Untersuchungen, um zu einer Eindeutigkeit und zur Zusammenfassung aller

Eigenschaften zu führen, verknüpft werden mit allen anderen, der Untersuchung überhaupt gut zugänglichen Eigenschaften, wie der elektrischen und Wärmeleitfähigkeit und ihrer Modifikationen im Magnetfelde (Halleffekt usw.). Daß schließlich zur Erforschung der inneren Eigenschaften der Körper ihre Strahlung bei Temperaturerhöhung und das von ihnen entsandte Spektrum von größter Bedeutung sein muß, ist wohl für jeden Physiker volle Überzeugung, ebenso aber auch die Schwierigkeit der Aufgabe, da durch Temperaturerhöhung die Körpereigenschaften wesentlich komplizierter werden.

Wenn sich so in der jetzigen Zeit rapiden Fortschritts jedem Physiker eine Fülle von Aufgaben zur Bearbeitung darbieten, so stellt sich damit zugleich auch die Sorge ein, daß die eigene Fähigkeit und Arbeitskraft nur einen zu kleinen Bruchteil des Wünschenswerten zu erreichen erlaubt. In der Tat würde dieser Bruchteil im allgemeinen ein verschwindender sein, wenn nicht durch die Organisation unserer Universitäten einerseits das Zusammenwirken mit Kollegen, die da raten, wo die eigene Kraft versagt, andrerseits die Heranbildung jüngerer Kräfte zur wissenschaftlichen Mitarbeit helfend eingriffe. In beiden Punkten ist gerade an unserer Universität bzw. Akademie die beste Gelegenheit geboten, und daß in der schwierigen Lösung der Doppelaufgabe des deutschen Professors als Forscher und Lehrer gerade die beste Gewähr für wissenschaftliche Erfolge liegen kann, ist durch meine Vorgänger mir so deutlich gezeigt, daß ich diesen Vorbildern nach Kräften nachzustreben mich bemühen werde und niemals die Wichtigkeit gerade auch meiner Lehraufgabe vergessen werde. Nur so kann ich hoffen, mich des Vertrauens würdig zu erweisen, das die Akademie der Wissenschaften bei meiner Wahl in mich gesetzt hat.

Schliesslich erfolgten Mittheilungen, betreffend die Akademische Preisaufgabe für 1906 sowie für 1909, die Preisaufgabe aus dem von Miloszewski'schen Legat, den Preis der Charlotten-Stiftung, den Preis der Loubat-Stiftung, das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Akademische Preisaufgabe für 1906.

Die Akademie hat in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1902 eine bereits in den Jahren 1894 und 1898 gestellte akademische Preisaufgabe in abgeänderter, weniger eingeschränkter Form folgendermaassen von Neuem gestellt:

»Die Akademie wünscht, dass die Theorie der Functionen mehrerer Veränderlichen, welche lineare Substitutionen zulassen, in ihren wesentlichen Theilen durch bedeutsame Fortschritte gefördert werde.«

Auch diesmal ist keine Bewerbungsschrift eingelaufen. Unter diesen Umständen macht die Akademie von ihrer Befugniss Gebrauch, dem Verfasser einer innerhalb des Zeitraums 1903—1906 veröffentlichten wissenschaftlich hervorragenden Arbeit die Preissumme als Ehrengabe zu bewilligen.

Sie überweist den ausgesetzten Betrag von Fünftausend Mark ihrem correspondirenden Mitgliede Hrn. Dr. Franz Mertens, Professor der Mathematik an der Universität Wien, für seine ausgezeichnete Arbeit über cyklische Gleichungen.

In dieser Arbeit hat Hr. Mertens für den Beweis des berühmten Kronecker'schen Satzes, dass die Wurzeln jeder rationalzahligen cyklischen Gleichung rationale Verbindungen von Einheitswurzeln sind, wesentliche Vereinfachungen entwickelt und damit das Eindringen in dieses Grenzgebiet der Algebra und Zahlentheorie in analoger Weise erleichtert, wie schon früher das Eindringen in andere der am schwersten zugänglichen Gebiete der Arithmetik.

Akademische Preisaufgabe für 1909.

Die Akademie stellt für das Jahr 1909 folgende Preisaufgabe:

»Es sollen die Typen und Symbole der altorientalischen Kunst kritisch untersucht und ihre Verbreitung in Vorderasien und im Bereich der mykenischen und der phönikischen Kunst verfolgt werden.«

»Eine Beschränkung auf eine Anzahl der wichtigsten Symbole (z. B. geflügelte Sonnenscheibe, Sonne und Mond, Henkelkreuz, gekrönte Gottheiten, Sphinx, Greif und die zahlreichen anderen Mischwesen und Flügelgestalten, Gottheiten, die auf Bergen oder Thieren stehen, wappenartige Anordnung von Thieren, nackte und bekleidete Göttin u. ä.) ist zulässig. Auch wird eine erschöpfende Sammlung alles in den Museen zerstreuten Materials nicht gefordert, wohl aber eine kritische Sichtung und Ordnung der wichtigsten Denkmäler, bei der die Umgestaltungen und die Verbreitung der Typen dargelegt, die Frage, welche Bedeutung sie bei den einzelnen Völkern gehabt haben, geprüft und ihr Ursprung nach Möglichkeit aufgehellt werden soll.«

Der ausgesetzte Preis beträgt Fünftausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch

Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1908 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strasse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1909.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangenen Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisaufgabe aus dem von Miloszewski'schen Legat.

In der Leibniz-Sitzung des Jahres 1903 hat die Akademie für das laufende Jahr folgende Preisaufgabe aus dem von Hrn. von Miloszewski gestifteten Legat für philosophische Preisfragen wiederholt gestellt:

> »Die Entwickelungsgeschichte des Hegel'schen Systems soll mit Benutzung der auf der Königlichen Bibliothek zu Berlin befindlichen Manuscripte Hegel's dargestellt und historisch verständlich gemacht werden. Hierbei soll insbesondere berücksichtigt werden die Ausbildung seines Pantheismus, seiner dialektischen Methode, der Anordnung der Kategorien in der Logik und seines Verfahrens, die Gestalten des geschichtlichen Lebens in einen philosophischen Zusammenhang zu bringen.«

Es war rechtzeitig eine Bewerbungsschrift eingelaufen, die indess unvollendet war, und die Akademie hat es deshalb für zweckmässig gehalten, den Termin der Ablieferung für Bewerbungen um ein Jahr hinauszuschieben, und diesen Beschluss bereits in dem Sitzungsbericht vom 1. Februar 1906 veröffentlicht. Im Übrigen bleiben die Bedingungen des Preisausschreibens unverändert.

Der ausgesetzte Preis beträgt Zweitausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch

Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1906 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strasse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1907.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangenen Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis der Charlotten-Stiftung.

Gemäss dem Statut der Charlotten-Stiftung für Philologie hat die Akademie in der Leibniz-Sitzung am 29. Juni 1905 die folgende ungenügend beantwortete Preisaufgabe wiederholt:

»Als erste Vorarbeit zu einer kritischen Ausgabe der Biographien Plutarch's soll die Geschichte und Überlieferung derselben vom Alterthum ab so weit verfolgt werden, dass die Bildung der einzelnen Sammlungen und die Zuverlässigkeit des Textes so weit kenntlich wird, um zu bestimmen, welche Handschriften vornehmlich zu vergleichen sind. Es genügt, wenn das für die einzelnen Gruppen an Stichproben gezeigt wird.«

»Ausser dem gedruckten Materiale, das in Ausgaben, Einzelschriften und Katalogen vorliegt, hat Hr. Stadtschulrath Dr. Michaelis den von ihm zusammengebrachten Apparat freundlich zur Verfügung gestellt. Er kann auf dem Lesezimmer der Königlichen Bibliothek benutzt werden.«

Darauf sind nun vier Bewerbungsschriften rechtzeitig eingegangen. Aber eine von ihnen, die mit dem Motto ΕΚ ΜΕΡΟΥΣ ΓΑΡ ΓΙΝΩΣΚΟΜΕΝ bezeichnet ist, sagt im Vorworte selbst, dass sie »keine soliden Untersuchungen«, sondern nur »lose an einander gereihte Einfälle« giebt, und kann demnach keinen Anspruch auf Berücksichtigung erheben.

Der Verfasser der Arbeit mit dem Motto *virescit volnere virtus* hat sich bemüht, neues Material zu beschaffen, und beweist in der Beurtheilung der einzelnen Lesarten und Handschriften Scharfsinn und Urtheil: aber er haftet am Einzelnen und hilft sich dann mit vorschnellem Generalisiren: das eigentliche Problem, die Textgeschichte, hat er dagegen kaum angegriffen. So kann er die Concurrenz mit den beiden folgenden Arbeiten nicht aushalten, wenn er auch vielleicht einige wichtige Punkte richtiger beurtheilt hat.

Die Arbeit mit dem Motto *vita brevis, ars longa* hat ebenfalls neues Material herangezogen und dadurch einige schöne Ergebnisse erzielt. Sie hat die Verwandtschaftsverhältnisse der erhaltenen Handschriften und der durch sie repräsentirten Sammlungen mit grösstem Fleisse untersucht und geordnet, auch die antiken Citate gebührend herangezogen, so dass sie als eine durchaus tüchtige Leistung und des Preises an sich vollkommen würdig erscheint.

Allein die Arbeit mit dem Motto ΩϹ ΕϹΟΜΕΝΟΥϹ ΩΦΕΛΙΜΟΥϹ ΤΟΥϹ ΝΟ-ΜΟΥϹ ΤΙΘΕΜΕΘΑ ΕΙϹ ΤΟΝ ΕΠΕΙΤΑ ΧΡΟΝΟΝ, die in einem sehr lesbaren Latein abgefasst ist, hat schon als schriftstellerische Leistung einen bedeutenden Vorzug. Sie verfolgt wirklich die Geschichte der Sammlungen und des Textes von der Niederschrift durch den Verfasser bis auf die modernen Ausgaben, so dass sowohl innerhalb des Alterthums Probleme behandelt werden, die von den anderen Bearbeitern kaum berührt sind, wie auch mit Glück die handschriftlichen Vorlagen der modernen Ausgaben festgestellt werden. Schärfer als selbst in der Arbeit *vita brevis* ist auch der praktische Zweck im Auge behalten, die wirklich brauchbaren Handschriften auszusondern, während allerdings in der Beurtheilung der einzelnen die Arbeit *vita brevis* manche Vorzüge besitzt. Demnach erkennt die Akademie dem Verfasser der Arbeit mit dem Motto ΩϹ ΕϹΟΜΕΝΟΥϹ ΩΦΕΛΙΜΟΥϹ u. s. w. den vollen Preis zu, dem Verfasser der Arbeit mit dem Motto *vita brevis* aber einen Nebenpreis in Höhe einer einjährigen Rate des Hauptpreises, das sind Eintausendundfünfzig Mark.

Die nach Verkündung des vorstehenden Urteils vorgenommene Eröffnung der Namenszettel ergab als Verfasser der mit dem vollen Preise ausgezeichneten Arbeit Hrn. Dr. phil. Johannes Mewaldt in Berlin und als Verfasser der durch den Nebenpreis anerkannten Arbeit Hrn. Dr. phil. Konrat Ziegler in Breslau.

Preis der Graf Loubat-Stiftung.

Die Akademie hat auf Vorschlag ihrer Commission für die Graf Loubat-Stiftung beschlossen, den für dieses Jahr ausgeschriebenen

Preis derselben von 3000 Mark Hrn. Dr. phil. h. c. Hermann Strebel in Hamburg für sein Werk: »Über Ornamente auf Thongefässen aus Alt-Mexico«, Hamburg 1904, zuzuerkennen.

Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung war in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1905 für das laufende Jahr mit dem Betrage von 2400 Mark ausgeschrieben. Von dieser Summe sind 1200 Mark Hrn. Prof. Dr. Ferdinand Noack in Kiel zur Vollendung seiner Aufnahme antiker Städteruinen in Akarnanien und Aetolien zuerkannt worden. Der Rest von 1200 Mark soll auf den nächsten Bewerbungstermin übertragen werden.

Demgemäss wird das Stipendium für das Jahr 1907 mit dem Betrage von 3600 Mark ausgeschrieben. Bewerbungen sind vor dem 1. Januar 1907 der Akademie einzureichen.

Nach § 4 des Statuts der Stiftung ist zur Bewerbung erforderlich:

1. Nachweis der Reichsangehörigkeit des Bewerbers;
2. Angabe eines von dem Petenten beabsichtigten durch Reisen bedingten archäologischen Planes, wobei der Kreis der archäologischen Wissenschaft in demselben Sinn verstanden und anzuwenden ist, wie dies bei dem von dem Testator begründeten Archäologischen Institut geschieht. Die Angabe des Planes muss verbunden sein mit einem ungefähren sowohl die Reisegelder wie die weiteren Ausführungsarbeiten einschliessenden Kostenanschlag. Falls der Petent für die Publication der von ihm beabsichtigten Arbeiten Zuschuss erforderlich erachtet, so hat er den voraussichtlichen Betrag in den Kostenanschlag aufzunehmen, eventuell nach ungefährem Überschlag dafür eine angemessene Summe in denselben einzustellen.

Gesuche, die auf die Modalitäten und die Kosten der Veröffentlichung der beabsichtigten Forschungen nicht eingehen, bleiben unberücksichtigt. Ferner hat der Petent sich in seinem Gesuch zu verpflichten:

1. vor dem 31. December des auf das Jahr der Verleihung folgenden Jahres über den Stand der betreffenden Arbeit sowie nach Abschluss der Arbeit über deren Verlauf und Ergebniss an die Akademie zu berichten;
2. falls er während des Genusses des Stipendiums an einem der Palilientage (21. April) in Rom verweilen sollte, in der öffentlichen Sitzung des Deutschen Instituts, sofern dies gewünscht wird, einen auf sein Unternehmen bezüglichen Vortrag zu halten;

3. jede durch dieses Stipendium geförderte Publication auf dem Titel zu bezeichnen als herausgegeben mit Beihülfe des Eduard Gerhard-Stipendiums der Königlichen Akademie der Wissenschaften;
4. drei Exemplare jeder derartigen Publication der Akademie einzureichen.

Ausgegeben am 5. Juli.

Berlin gedruckt in der Reichsdruckerei

